506.44
S075

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

NEUVIÈME SÉRIE. — TOME VII

N° 1

1905

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE

1905

Le Secrétaire-Gérant,
H. COUTIÈRE.

Le Bulletin paraît par livraisons bimestrielles.

Smithsonian Inst.
DEC 18
National Museum
194920

COMPOSITION DU BUREAU POUR 1905

Président : M. E.-L. Bouvier, 7, Boulevard Arago, Paris, XIIIe.

Vice-Président : M. Laisant, 162, Av. Victor-Hugo, Paris, XVIe.

Archiviste : M. Henneguy, 9, rue Thénard, Paris, Ve.

Secrétaire des publications : M. Coutière, 12, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VIe.

Vice-Secrétaire des publications : M. Neuville, 55, rue de Buffon, Paris, Ve.

Secrétaire des séances : M. Deschamps, 11, rue Du Sommerard, Paris, Ve.

Vice-Secrétaire des séances : M. Winter, 44, rue Sainte-Placide, Paris, VIe.

Trésorier : M. Rabaud, 104, rue d'Assas, Paris, VIe.

La Société Philomathique de Paris se réunit les 2e et 4e Samedis de chaque mois, à 8 h. 1/2, à la Sorbonne (salle de travail des Étudiants).

Les membres de la Société ont le droit d'emprunter des livres à la Bibliothèque de l'Université. Ils ont également droit, sur leur demande, à 50 tirages à part gratuits des Mémoires qu'ils publient dans le Bulletin

---

Pour le paiement des cotisations et l'achat des publications, s'adresser à M. Vézinaud, à la Sorbonne, place de la Sorbonne, Paris, Ve.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

NEUVIÈME SÉRIE. — TOME VII

1905

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE
—
1905

194920

Membres du Conseil

pour les années 1905, 1906 et 1907

MM.

André, 70 *bis*, rue Bonaparte.

Dongier, 87 *bis*, Grande Rue, Bourg-la-Reine.

Grévy, 62, rue Sainte-Placide.

Henneguy, 9, rue Thénard.

Légaillon, 28, rue Berthollet.

Lévy (Lucien), 12, rue du Regard.

Vaillant, 2, rue de Buffon.

Vincent, 207, rue de Vaugirard.

Membres du Bureau

pour 1905.

Président : M. Bouvier, 39, rue Claude-Bernard.

Vice-Président : M. Laisant, 162, avenue Victor-Hugo.

Trésorier : M. Rabaud, 104, rue d'Assas.

Secrétaire des séances : M. Deschamps 11, rue Du Sommerard.

Vice-Secrétaire des séances : M. Winter, 44, rue Saint-Placide.

Secrétaire du bulletin : M. Coutière, 12, rue Notre-Dame-des-Champs.

Vice-Secrétaire du bulletin : M. Neuville, 55, rue de Buffon.

Archiviste : M. Henneguy, 9, rue Thénard.

ABRÉVIATIONS :

M. I.	Membre de l'Institut.
P.F.S.	Professeur à la Faculté des Sciences.
P.M.	» au Muséum.
P.C.F.	» au Collège de France.
P.E.N.	» à l'École Normale supérieure.
P.E.P.	» à l'École Polytechnique.
E.E.P.	Examinateur id.
P.H.	Professeur honoraire.
P.P.C.	» à l'École des Ponts et Chaussées.
M.A.M.	Membre de l'Académie de Médecine.
P.E.Ph.	Professeur à l'École de Pharmacie.
P.C.	» au Conservatoire des Arts et Métiers.
I.G.A.	Inspecteur Général de l'Agriculture.
A.M.	Assistant au Muséum.
P.A.F.M.	Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.
P.I.A.	Professeur à l'Institut agronomique.

8
46
S678
9e Sér
t.7
190
5

ÉTUDE ET AMITIÉ

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

Fondée en 1788

État de la Société en Mars 1905

PREMIÈRE SECTION. — SCIENCES MATHÉMATIQUES

MEMBRES HONORAIRES

MM.

1859. (12 févr.) Lévy (Maurice), M.I., P.C.F., 15, avenue du Trocadéro.
1860. (2 juin) Haton de la Goupillière (J.-Napoléon), M.I., 56, rue de Vaugirard.
— (id.) Mannheim (Amédée), 1, boulevard Beauséjour, Passy.
— (24 nov.) Laussedat (Aimé), M.I., Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers.
1861. (13 avril) Tissot (Nic.-Aug.), E.E.P., à Voreppe (Isère).
1863. (28 mars) Bouché (Eugène), M.I., 213, boulevard Saint-Germain.
1871. (23 déc.) Collignon (Édouard), 6, rue de Seine.

MEMBRES TITULAIRES

MM.

1871. (23 déc.) Darboux (Gaston), M.-I., (Secrétaire perpétuel), Doyen Hon. de la F. des Sc., 36, rue Gay-Lussac.
1872. (27 janv.) Jordan (Camille), M.I., P.E.P., P.C.F., 48, rue de Varennes.
1875. (26 juin) Fouret (Georges), E.E.P., 4, avenue Carnot.
1876. (23 déc.) Picquet (Henri), E.E.P., 4, rue Monsieur-le-Prince.
— (id.) André (Désiré), P.H., 70 bis, rue Bonaparte.
1878. (26 janv.) Leauté, M.I., 20, boulevard de Courcelles.
— (9 fév.) Laisant, E.E.P., 162, avenue Victor-Hugo.

1878. (9 fév.) Tannery, Dir. des Sc. à l'École Normale sup., 45, rue d'Ulm.
1881. (11 fév.) Le prince C. De Polignac, Radmannsdorf, Carniole (Autriche). Villa Jessie à Cannes (Alpes-Maritimes).
— (id.) Humbert (Georges), M.I., 10, rue d'Aubigny.
— (12 nov.) Chemin, P.P.C., 33, avenue Montaigne.
1884. (3 nov.) Lévy (Lucien), E.E.P., 12, rue du Regard.
1887. (17 déc.) Koenigs, P.F.S., 101, boulevard Arago.
1892. (26 janv.) Bioche, Prof. Louis-le-G., 56, rue Notre-Dame-des-Champs.
1900. (10 mars) Leau, Prof. Stanislas, 6, rue Vavin.
— (22 déc.) Le Roy, Prof. Stanislas, 27, rue N.-D.-des-Champs.
1902. (27 juin) Deschamps, 11, rue Du Sommerard.
1902. (13 déc.) Grévy, Prof. Saint-Louis, 62, rue Sainte-Placide.
1904. (26 nov.) Perrin (R.), Inspecteur général des Mines, 80, rue de Grenelle.
1905. (14 janv.) Maillet, Ingénieur des P. et C., 11, rue de Fontenay, Bourg-la-Reine.

MEMBRES CORRESPONDANTS

1903. (28 mars) Commandant Brocard, 75, rue des Ducs, Bar-le-Duc.
1905. (11 fév.) Berdon (Louis), 7, Rawlings Street, Chelsea, Londres S. W.

DEUXIÈME SECTION. — SCIENCES PHYSIQUES

MEMBRES HONORAIRES

MM.

1855. (9 mars) Berthelot (Pierre-Eugène-Marcelin), M.-I. (Secrét. perpét.), P.C.F., 3, rue Mazarine (Institut).
1860. (24 nov.) Riche (Alfred), P.H.E.Ph., 11, quai Conti, à la Monnaie.
1861. (25 mai) Gaudry (Albert), M.I., P.H.M., 7 bis, rue des Saints-Pères.
1862. (10 juill.) Troost (Louis), M.I., P.H.F.S., 84, rue Bonaparte.
— (6 déc.) Le Roux, P. Hon. E.Ph., 120, boulevard Montparnasse.
1863. (21 fév.) Luynes (Victor de), P.C., 16, rue de Bagneux.
— (18 juill.) Grandeau (Louis), I.G.A., 4, avenue de la Bourdonnais.

1864. (31 janv.) Wolf (Charles), M.I., P.F.S., 1, rue des Feuillantines.
1865. (1 juill.) Janssen, M.I., Directeur de l'observatoire physique, à Meudon (Seine-et-Oise).
1872. (22 juin) Gernez (Désiré), P.E.N., 80, rue d'Assas.
1873. (12 avril) Fron, Météor. tit. au Bureau Central, 176, rue de l'Université.
1874. (23 mai) Branly, Prof. Inst. Cath., 21, avenue de Tourville.
1875. (10 avril) Cailletet, M.I., 75, boulevard Saint-Michel.
1875. (27 avril) Thénard (Arnould), 6, place Saint-Sulpice.
1876. (27 mai) Bouty, P.F.S., 9, rue du Val-de-Grâce.
1877. (24 fév.) Lippmann (Gabriel), M.I., P.F.S., 10, rue de l'Éperon.
1880. (13 mars) Duter, P.H., 47, rue Taibout.
— (13 nov.) Pellat (Henri), P.F.S., 3, avenue de l'Observatoire.

MEMBRES TITULAIRES

MM.

1880. (27 nov.) Becquerel (H.), M.I., P.M., 6, rue Dumont-Durville.
1882. (11 fév.) Cochin, député, 53, rue de Babylone.
1884. (9 avril) Bourgeois (Léon), Répét. E.P., 1, boulevard Henri IV.
1886. (17 avril) Bordet (Lucien), 181, boulevard Saint-Germain.
1887. (9 juill.) Vallot (Joseph), Dir. de l'Obs. du Mont-Blanc, 114, avenue des Champs-Elysées.
1901. (26 janv.) Vincent, Profess. Lycée Saint-Louis, 207, rue de Vaugirard.
— (14 déc.) Benoist, Profess. Lycée Henri IV, 26, rue des Écoles.
— (28 déc.) Dongier, Sous-direct. de Laboratoire F.S., 87 bis, Grande Rue, Bourg-la-Reine.
1902. (11 janv.) Ponsot, M.C.F.S., Lille.
— (13 déc.) Matignon, M.C.F.S., 17, boulevard Carnot, Bourg-la-Reine.
1903. (28 fév.) Winter, Chef de labor. F.M., 44, rue Sainte-Placide.
— (14 mars) Berthelot (Daniel), P.E.Ph., 3, rue Mazarine.
— (id.) Desgrez, P.A.F.M., 240, rue Saint-Jacques.
— (12 déc.) Darzens, Répétit. E.P., 22, avenue Ledru-Rollin.
1904. (23 janv.) Chauveau, Météor. adjoint Bureau central météorologique, 32, avenue Rapp.
— (9 avril) Hanriot, M.A.M., P.F.M., 4, rue Monsieur-le-Prince.
— (29 mai) Moureu, P.A.E.Ph., 84, boulevard Saint-Germain.
— (id.) Mahler (Pierre), Ingénieur civil des Mines, 35, avenue Mac-Mahon.

1904. (29 mai) Marage, 14, rue Duphot.
1905. (14 janv.) Hallion, Chef des Travaux Physiol. C.P., 54, faubourg Saint-Honoré.
— (11 mars) Valeur, Insp. ét. cl., Pharm. des Asiles, 142, boulevard Montparnasse.

TROISIÈME SECTION. — SCIENCES NATURELLES

MEMBRES HONORAIRES

MM.

1856. (20 déc.) Prillieux (Éd.), M.I., Sénateur, 14, rue Cambacérès.
1862. (7 mai) Bureau (Éd.), P.M., M.A.M., 24, quai de Béthune.
1863. (31 janv.) Vaillant (Léon-Louis), P.M., 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire.
1871. (9 déc.) De Seynes (Jules), P.A.F.M., 15, rue Chanaleilles.
— (23 déc.) Grandidier (A), M.I., 6, Rond-point des Champs-Élysées.
— (26 déc.) Van Tieghem (Philippe), M.I., P.M., 22, rue Vauquelin.
1871. (26 déc.) Chatin (Joannès), M.I., P.F.S., 174, boulevard Saint-Germain.
1872. (13 avril) Oustalet (Émile), P.M., 61, rue Cuvier.
1879. (10 mai) Henneguy (Louis-Félix), P.C.F., 9, rue Thénard.
1883. (26 mai) Mocquart, A.M., 4, rue du Banquier.
1886. (13 fév.) Bouvier, M.I., P.M., 39, rue Claude-Bernard.
1888. (11 fév.) Morot, A.M., 9, rue du Regard.
1890. (21 fév.) Roché (Georges), 4, rue Dante.
1893. (11 mars) Hua, Direct. adj. de Lab. (Hautes Études), 254, boulevard Saint-Germain.
— (10 juin) Jousseaume, 29, rue Gergovie.
— (27 oct.) De Guerne, 6, rue de Tournon.

MEMBRES TITULAIRES

MM.

1894. (17 mars) Prince Roland Bonaparte, 10, avenue d'Iéna.
1899. (14 janv.) Lécaillon, Prép. Col. de Fr., 28, rue Berthollet.
— (25 mars) Neuville, Prép. Museum, 55, rue de Buffon.
1901. (12 janv.) Pellegrin, Prép. Museum, 143, rue de Rennes.
— (18 mai) Guieysse, Kerlouise, Beaulieu (Alpes-Maritimes).

1902. (11 janv.) Chauveaud, Direct.-adj. de Lab. (Hautes Études), 61, de Buffon.
— (8 fév.) Rabaud, 104, rue d'Assas.
— (27 juin) Lesage, médecin des hôpitaux, 49, rue de Lille.
— (22 nov.) Anthony, Prép. Museum, 12, rue Chevert.
1903. (28 févr.) Coutière, P.E. Ph., 12, rue N.-D. des Champs.
— (11 avril) Langeron, prép. F.M., 11, rue Férou.
— (27 juin) Noé, Chef adj. de lab. F.M., 88 bis, boulevard Port Royal.
1904. (9 janv.) Grandidier (G.), 9, avenue Marceau.
1904. (23 janv.) De Boissieu, 80, avenue d'Iéna.
— (id.) Joubin, P.M., 88, boulevard Saint-Germain.
— (26 mars) Gravier, A.M., 55, rue de Buffon.
— (23 avril) Ménégaux, A.M., 55, rue de Buffon.
— (29 mai) Michel (Auguste), professeur au lycée Michelet, 7, rue Pierre Nicole, Paris.
— (9 juillet) Launoy (L.), Prép. E. Ph. 20, rue des Écoles.
1905. (21 janv.) Cayeux, P.I.A., 6, place Denfert-Rochereau.

MEMBRES CORRESPONDANTS

MM.

1903. (27 juin) L. Petit, 27 bis, rue d'Elbeuf, Rouen.
— (28 nov.) Devez, Cayenne.
1904. (23 avril) Bull, Prép. à l'Institut Marey, 1, avenue Malakoff.
— (id.) Tur, Ass. à l'Univ. de Varsovie.
— (id.) Malard, Lab. de Zool. marit., St-Waast-la-Hougue (Manche).
— (29 mai) Marceau, P.E.M., Besançon.
— (26 nov.) Maignon, Chef des Travaux physiol. Ec. vét., Lyon.

EXTRAITS DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES

Séance du 14 janvier 1905. — Assemblée générale.

PRÉSIDENCE DE M. DONGIER.

On procède au renouvellement du Bureau. M. Laisant est élu vice-président pour l'année 1905.

M. Deschamps est élu secrétaire des séances.

M. Winter est élu vice-secrétaire des séances.

M. Coutière est élu secrétaire des publications.

M. Neuville est élu vice-secrétaire des publications.

M. Babaud est élu trésorier.

M. Henneguy est élu archiviste.

Le Conseil est composé des membres suivants :

MM. André, Dongier, Grévy, Henneguy, Lecaillon, Lucien Lévy, Matignon, Vaillant.

La Commission des comptes est composée de MM. André, Anthony et Moureu.

M. Bouvier prend possession de la présidence et remercie la Société de la confiance qu'elle lui a accordée.

Élection de M. Maillet dans la première section et de M. Hallion dans la deuxième section.

M. Henneguy présente la candidature de M. Cayeux, professeur à l'Institut agronomique, comme membre titulaire dans la troisième section. Commissaires-rapporteurs : MM. Henneguy, Gravier, Anthony.

M. Neuville présente à la Société une dent appartenant à la collection Maurice de Rothschild et recueillie au cours de son récent voyage en Afrique. Cette dent offre des particularités telles qu'il est impossible de la rapporter à aucune espèce actuellement connue, à moins d'admettre qu'elle ne soit anormale. Elle offre un peu l'aspect d'une défense de Proboscidien, mais elle est aplatie de haut en bas et porte des cannelures profondes et régulières, paraissant tout à fait caractéristiques. Ces cannelures sont au nombre de cinq sur la face concave, qui, en comparant cette dent à une défense d'Éléphant, serait la face supérieure; elles sont très nettes, et l'une d'elles, médiane, se

prolonge jusqu'au voisinage de la pointe ; l'autre face n'en présente qu'une seule, occupant une situation latérale, et rappelant tout à fait celles de certaines canines d'Hippopotames. Mais l'émail, présent chez celles-ci, est ici absent.

Cette dent, ou défense, est de grande taille; bien qu'incomplète du côté de la racine, elle mesure 74 centimètres. Elle n'est pas fossile mais paraît assez ancienne. M. Neuville ne peut malheureusement préciser le lieu d'origine exact de cette dent, qui provient de marchands indiens établis à Addis Abbeba.

Séance du 28 janvier 1905.

PRÉSIDENCE DE M. BOUVIER.

Élection de M. Cayeux.

Le président propose la candidature de M. Berdon comme membre correspondant.

Commissaires-rapporteurs : MM. Laisant, Lévy, André.

M. Neuville rappelle la présentation qu'il fit, dans la dernière séance, d'une dent présentant des caractères tout à fait énigmatiques et appartenant peut-être à un grand Mammifère encore inconnu.

Il présente aujourd'hui une autre dent ou défense, dont l'originalité et l'intérêt, pour être moins frappants à première vue, n'en sont pas moins évidents.

Cette dent rappelle un peu, par son allure générale, une défense de Mammouth de très petite taille. Elle est très incurvée sur elle-même, mais assez peu déviée. Sa base, au lieu d'être régulièrement arrondie, comme cela a lieu chez les Proboscidiens, est pyriforme et dessine à peu près un triangle rectangle isocèle à hypothénuse convexe. Sa surface présente des cannelures peu profondes, parfois même assez peu nettes, mais qui n'en sont pas moins très remarquables. Elle a malheureusement été attaquée à la fois par la dent des animaux et par la main de l'homme.

Cette défense ne peut enfin être considérée comme fossile.

Elle a été trouvée sur la concession de la Compagnie Française du Haut-Congo (Likouala-Mossaka), et c'est à l'obligeance de M. S. de Brazza que M. Neuville doit de pouvoir présenter à la Société cette pièce intéressante.

M. Gravier fait une communication sur les Balanoglosses, et en particulier sur un Balanoglosse qu'il a rapporté de Djibouti.

M. Anthony fait une communication sur le développement de la coquille des Chames.

Séance du 11 février 1905.

PRÉSIDENCE DE M. BOUVIER.

Élection de M. Berdon.

M. Edmond Maillet présente un travail manuscrit intitulé « Les rêves et l'inspiration mathématiques (enquête et résultats) ». C'est l'analyse des réponses, au nombre de 80 environ, aux questions 2446 et 2447 de l'*Intermédiaire des Mathématiciens* (t. IX, 1902, p. 263) et à un questionnaire spécial qui y a paru (id., p. 339). Le mémoire se termine par l'exposé des conséquences qui résultent de l'enquête.

M. Darzens fait une communication sur une nouvelle méthode de synthèse des aldéhydes de la série grasse, et montre quelques échantillons obtenus par lui à l'aide de ce procédé.

M. André signale la propriété que présente le produit $n(n^4 - 1)$ d'être toujours un multiple de 10.

M. Darzens présente la candidature, dans la 2e section, de M. Valeur, pharmacien des Asiles de la Seine, inspecteur des établissements classés. Commissaires-rapporteurs : MM. Darzens, Moureu, Chauveau.

Le Secrétaire des séances,

J. DESCHAMPS.

SUR LA MESURE

DE LA

RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE DES ÉLECTROLYTES

AU MOYEN DES COURANTS ALTERNATIFS

APPLICATIONS MÉDICALES

Par MM. R. DONGIER et A. LESAGE.

---

1. **Introduction.** — Le courant alternatif sinusoïdal traversant un électrolyte ne fait pas apparaître de dépôt électrolytique sur les électrodes; on peut admettre que le dépôt, produit par la moitié de l'onde du courant alternatif qui circule dans un sens, est détruit par la moitié de l'onde qui circule en sens contraire, puisque chacune des moitiés de l'onde correspond au déplacement dans un sens ou dans l'autre de la même quantité d'électricité. Au point de vue de la résistance, cette absence de polarisation permet d'assimiler un liquide électrolytique à un conducteur métallique. L'assimilation aux conducteurs métalliques ne saurait toutefois être complète. Il existe en effet à la surface des électrodes, qui limitent la résistance liquide, une capacité de polarisation. Celle-ci ne peut pas être évitée et elle détermine, en courant alternatif, une inductance dont il faut tenir compte dans l'observation et le calcul de la résistance. De plus, les phénomènes d'induction, qui peuvent se produire dans le circuit ailleurs que dans le conducteur électrolytique, prennent parfois, avec le courant alternatif, une importance qui suffit à masquer l'effet de la résistance électrique.

Ces inconvénients ont pendant longtemps fait préférer à l'emploi du courant alternatif l'usage du courant continu. On se sert alors d'une méthode théoriquement plus parfaite et dont voici le principe : Le courant, qui circule à travers une série de conducteurs métalliques à la file les uns des autres, provoque entre les extrémités de chacun d'eux des différences de potentiel proportionnelles à leurs résistances. Les conducteurs électrolytiques se comportent de la même manière ;

seulement la mesure n'est correcte que si les électrodes, qui servent de prises de contact pour l'observation de la différence de potentiel, ne se polarisent pas. On évite la polarisation, en opérant de plusieurs manières ; ou bien, on utilise un électromètre de petite capacité électrostatique qui n'exige, pour être chargé, qu'une faible quantité d'électricité, insuffisante pour provoquer une polarisation appréciable (Lippmann) (1) ; ou bien, on emploie des électrodes impolarisables (type Paalzow et on équilibre les différences de potentiel à mesurer au moyen d'un potentiomètre (Bouty) (2). L'équilibre est constaté avec un galvanomètre sensible ou avec un électromètre capillaire de Lippmann. La précision de la mesure peut-être rendue considérable; elle est subordonnée à la sensibilité de l'appareil d'observation de l'équilibre. La manipulation exige toutefois une certaine habileté expérimentale et ne se prête pas aux conditions d'une enquête exigeant des mesures rapides, quoique suffisamment précises.

Il n'en est pas ainsi de la méthode indiquée par Kohlrausch (3), où on assimile la résistance liquide à un conducteur métallique, en évitant la polarisation des électrodes au moyen du courant alternatif. Pour que cette méthode fournisse de bons résultats, il faut rendre inappréciable, vis-à-vis de la grandeur de la résistance à mesurer, les effets perturbateurs de la self-induction du circuit, ainsi que l'influence de la capacité de polarisation.

Par un choix convenable des éléments du circuit, il est possible, *d'une part*, d'atténuer l'influence de la self-induction (4) de la colonne liquide, ainsi que des résistances métalliques de comparaison.

On peut, *d'autre part*, amoindrir dans de très grandes proportions l'influence de la capacité de polarisation des électrodes. Il suffit de remarquer pour cela que l'inductance d'un condensateur de capacité C interposé dans un circuit parcouru par du courant alternatif de pulsation $\omega = 2\pi N = \frac{2\pi}{T}$ (N étant la fréquence et T la période du courant alternatif) est équivalente et de *signe contraire* à celle d'une bobine ayant un coefficient de self-induction égal à $\frac{1}{C\omega^2}$. Cette inductance est d'autant plus faible que la capacité C est plus grande. Dans la pratique, on emploie comme électrodes deux disques de platine

(1) Lippmann, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXIII, 1876, p. 192.
(2) Bouty, *Journal de Physique*, 2e série, t. III, p. 325.
(3) F. Kohlrausch, *Poggendorf Annalen*, t. 142, p. 1, 1871, etc....
(4) On emploie des boîtes de résistance où la capacité et la self-induction sont simultanément supprimées au moyen de l'euroulement Chaperon-Cauro.

de mêmes dimensions, placés parallèlement en regard l'un de l'autre. Recouverts par électrolyse d'une couche de noir de platine, ils présentent une capacité de polarisation de l'ordre de 30 microfarads par centimètre carré.

Comme l'expression $\frac{1}{C\omega^2}$ diminue aussi lorsqu'on fait grandir la valeur de la pulsation ω, il y a avantage à augmenter le nombre $N = \frac{\omega}{2\pi}$ des périodes du courant alternatif en une seconde. On sait construire des bobines de Ruhmkorff, avec interrupteurs-diapasons qui fournissent jusqu'à 500 périodes par seconde.

La réalisation d'une grande capacité de polarisation n'est pas seulement nécessaire pour amoindrir l'inductance de la résistance liquide. Elle est avantageuse aussi dans le cas où les deux moitiés de signes contraires de l'onde du courant alternatif ne correspondent pas au déplacement en sens inverse de la même quantité d'électricité. La polarisation des électrodes, qui se produit ainsi, est en relation directe avec l'excès de la quantité d'électricité débitée dans un sens; mais la chute de potentiel, qui en résulte et qui constitue une cause d'erreur, est amoindrie par suite de la valeur considérable de la capacité de polarisation des électrodes.

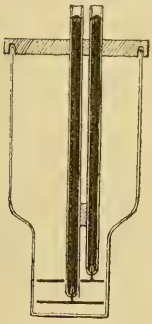


Fig 1

II. **Dispositif expérimental.** — On satisfait aux conditions précédentes au moyen de dispositifs expérimentaux très variés. Ceux-ci sont relatifs, d'une part, à la forme de la résistance liquide, et, d'autre part, au mode expérimental employé pour faire la mesure.

1° *Forme des électrodes.* Un certain nombre de types d'électrodes sont décrits dans l'excellent livre de Kohlrausch et Holborn (1). Nous avons employé le plus souvent la forme d'Arrhénius (fig. 1) consistant en deux disques circulaires de platine iridié ayant 1 à 2^{cm} de diamètre, recouverts de noir de platine et supportés, en regard l'un de l'autre à une distance de 5 à 6^{mm}, par des tubes de verre auxquels ils sont raccordés par des fils de platine iridié. Ces tubes de verre contiennent du mercure qui sert de prise de contact pour les électrodes; ils sont reliés invariablement l'un à l'autre par une soudure. Les électrodes peu-

(1) *Leitvermogen der Elektrolyte*, Teubner, Leipzig 1898.

vent être plongées dans un vase de forme cylindrique dont la partie inférieure est rétrécie de façon à permettre la mesure avec le moins de liquide possible. Elles sont supportées par la partie supérieure au moyen d'un couvercle en ébonite avec rainure s'adaptant exactement sur le bord supérieur du vase. Il est important que l'axe du cylindre des disques électrodes coïncide avec l'axe de la portion étroite du tube, parce que les parois du vase interviennent dans la valeur de la constante des électrodes. Comme il est difficile de réaliser pratiquement cette condition, on s'astreint, dans toutes les mesures, à placer l'électrode dans une position toujours la même, où les disques de platine ne sont pas en contact avec la paroi du verre, position qui est repérée sur le vase de verre et sur le couvercle en ébonite. Cette forme d'électrode se prête aux lavages rapides, mais elle est d'un maniement délicat. Les chocs accidentels contre les parois du vase peuvent déplacer les disques de platine l'un par rapport à l'autre et changer la constante de l'appareil. Cette forme, réduite à de faibles dimensions, se prête à des mesures où la quantité de liquide ne dépasse pas 1 centimètre cube.

On obtient de bons résultats avec des disques verticaux protégés (fig. 2) par un manchon de verre. Afin de permettre le lavage des électrodes, ce manchon est percé d'une ouverture à chacune de ses extrémités. Le liquide peut être contenu dans un vase de forme quelconque; l'influence de la paroi, qui est celle du manchon, reste la même dans toutes les mesures. Cette forme d'électrode paraît devoir être employée avec succès dans les *applications médicales*, lorsqu'on dispose d'une quantité suffisante de liquide pour le lavage et pour la mesure.

Fig. 2

Fig. 3

2° *Méthode de mesure*. La résistance liquide R_1 à mesurer est placée dans la branche (1) (fig. 4) d'un pont de Wheatstone. La branche (2) est constituée par une boîte de résistance métallique non inductive établie d'après le modèle Chaperon-Cauro. Nous avons employé avec succès, au lieu de la résistance métallique, la résistance d'une solution de chlorure de potassium comprise entre deux électrodes platinées, fixées aux parois du vase scellé contenant le liquide (fig. 3). Une telle résistance de valeur R_2 ne change pas sensiblement avec le temps; les écarts après plus de six mois d'observation n'ont pas dépassé le $\frac{1}{200}$. Les autres branches (3) et (4) sont formées au moyen

d'un fil tendu bien calibré, le long duquel on peut déplacer le curseur de prise de contact D. Le courant alternatif, fourni par le secondaire d'une bobine Ruhmkorff, avec trembleur-diapason, est amené

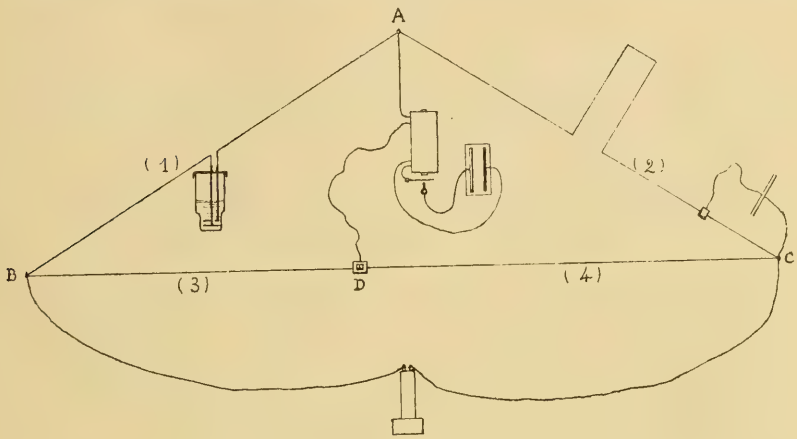


Fig. 4

par les deux sommets opposés A et D, tandis que les deux autres sommets opposés B et C sont réunis aux bornes d'un téléphone accordé sur le diapason.

Si les branches du pont ne présentent aucune inductance, l'extinction complète du son téléphonique a lieu pour une position D du curseur mobile, distante des extrémités B et C de quantités a_3 et a_4 telles que la relation $\frac{R_1}{R_2} = \frac{a_4}{a_3}$ est satisfaite.

Pratiquement, les inductances des branches (3) et (4) constituées par des fils tendus, sont nulles. Il n'en est pas de même des branches (1) et (2) ; la branche (1) qui contient la résistance liquide possède en effet une certaine capacité de polarisation C et par suite une certaine inductance $-\frac{1}{C\omega^2}$. Mais il est encore possible d'obtenir l'extinction téléphonique. Il suffit que les inductances L_1 et L_2 des branches (1) et (2) soient entre elles comme les résistances de ces branches, c'est-à-dire que les relations $\frac{R_1}{R_2} = \frac{a_3}{a_4} = \frac{L_1}{L_2}$ soient satisfaites.

On en déduit :

$$\frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2}$$

Cette condition, *qui a été signalée par Maxwell*, assure en effet l'équilibre du pont de Wheatstone en régime permanent et en régime variable. Les décalages φ_1 et φ_2 provoqués en courant alternatif de pulsation $\omega = 2\pi N = 2\pi \frac{t}{T}$ par les branches (1) et (2) du pont sont représentés par les expressions $\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{L_1 \omega}{R_1}$ et $\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{L_2}{R_2} \omega$; ces décalages sont égaux, puisque la condition de Maxwell entraîne l'égalité des rapports $\frac{L_1}{R_1}$ et $\frac{L_2}{R_2}$

Les courants alternatifs, issus des sommets B et C du pont et qui se meuvent dans le circuit du téléphone ont, à tout instant, des intensités égales et de sens contraires ; la relation $\frac{R_1}{R_2} = \frac{a_3}{a_4}$ assure, en effet, l'égalité des amplitudes ; la relation $\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}$ assure l'égalité des décalages. Lorsqu'il en est ainsi, aucun courant ne circule dans le circuit téléphonique ; l'extinction est réalisée.

On arrive à satisfaire à ces conditions de plusieurs manières.

En premier lieu, si l'on prend pour la branche (2) du pont de Wheatstone la résistance liquide de comparaison décrite plus haut (fig. 3). Une telle résistance est de même nature que la résistance à mesurer ; elle est du même ordre de grandeur et présente à peu près la même inductance. Les inductances des branches (1) et (2) du pont de Wheatstone sont voisines l'une de l'autre. La condition de Maxwell est donc à peu près satisfaite. On obtient une bonne extinction téléphonique.

En second lieu, on réalise avec plus de sûreté la condition de Maxwell en introduisant dans la branche (2) une inductance variable en plus de la résistance métallique. Pour obtenir cette inductance, on peut employer le procédé que l'un de nous a indiqué pour mesurer les coefficients de self-induction [1]. On se sert du système composé d'un condensateur, de capacité C de l'ordre du microfarad, et d'une résistance variable non inductive en dérivation aux bornes du condensateur (fig. 4). Cette résistance variable est obtenue à l'aide d'un fil tendu, d'une résistance totale voisine de 10 ohms, que l'on dispose en série avec la boîte de résistance. La résistance r, en dérivation aux bornes du condensateur est celle de la portion du fil comprise entre l'une de ses extrémités et un curseur de prise de contact mobile le long du fil.

(1). R. Dongier, C. R. de l'Académie des Sciences, 13 juillet 1903.

L'inductance ainsi réalisée a pour expression $L = -\frac{Cr^2}{1 + C^2\omega^2 r^2}$; elle varie d'une manière continue avec la résistance r. Mais elle dépend de la pulsation ω, c'est-à-dire de la fréquence N; la relation de Maxwell, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}$, dont il est question plus haut pour l'équilibre du pont, ne peut donc être satisfaite que pour un son de N vibrations à la seconde. Ainsi, l'extinction du téléphone ne peut être obtenue que pour une note bien déterminée. Si d'autres notes se superposent à cette note fondamentale, elles ne peuvent être éteintes toutes en même temps et le téléphone n'accuse qu'un minimum d'intensité. Un téléphone, susceptible de ne résonner que pour une note donnée, doit permettre une extinction complète; c'est ce que nous avons contrôlé en employant le monotéléphone de M. Mercadier (1). Il n'en est pas ainsi avec les téléphones ordinairement utilisés dans le dispositif de Kohlrausch; les harmoniques du son déterminé par les vibrations du trembleur-diapason ne sont pas annulées. Toutefois, comme l'importance de ces harmoniques est bien moindre que celle du son fondamental, l'emploi de l'inductance variable peut suffire à accroître, même avec un téléphone ordinaire, du simple au décuple la précision des mesures.

En troisième lieu, on obtient une excellente extinction téléphonique en compensant dans la branche du pont de Wheatstone où se trouve la résistance électrolytique à mesurer, l'inductance $-\frac{1}{C\omega^2}$ due à la capacité de polarisation des électrodes au moyen d'une bobine qui présente une inductance de signe contraire et variable d'une manière continue. L'inductance de chacune des branches du pont est alors nulle. La relation $\frac{R_1}{R_2} = \frac{a_3}{a_4}$ assure à elle seule l'extinction dans le téléphone; elle permet le calcul de la résistance de la branche qui contient le liquide à étudier.

3° *Détermination de la constante des électrodes. — Calcul de la résistivité et de la conductivité.*

La résistivité est la résistance électrique exprimée en ohms d'une colonne de liquide de 1^{cm^2} de section et de 1^{cm} de longueur. La conductivité est l'inverse de la résistivité. On trouve dans les recueils pratiques (2) des tables de conductivité des différentes solutions de concentrations connues. Les solutions de chlorure de potassium ont été

(1) Mercadier, J. de Physique, 3e série, t. IX. p. 561.
(2) Kohlrausch et Holborn. Leitvermögen der Elektrolyte, p. 204.

l'objet d'observations concordantes, de M. Kohlrausch d'une part, de M. Bouty d'autre part ; ce sont celles auxquelles il convient de s'adresser. Nous avons pris la solution contenant $\frac{1}{50}$ de molécule-gramme, c'est-à-dire $1^{gr},49$, de chlorure de potassium par litre. La liqueur titrée, de conductivité α_t, soumise, à t^o, à l'observation avec l'appareil Kohlrausch donne les valeurs a_3 et a_4 des distances du curseur D aux extrémités du fil tendu BC (fig. 4). La résistance de comparaison dans la branche (2) étant R_2, la relation relative à l'équilibre

$$\frac{\left(\frac{K}{\alpha_t}\right)}{R_2} = \frac{a_3}{a_4} \quad \text{donne :} \quad \frac{1}{K} = \frac{a_4}{R_2 \alpha_t . a_3}.$$

Les grandeurs R_2, a_3 et a_4 deviennent, R'_2, a'_3 et a'_4 avec le liquide de résistivité inconnue x_t à t^o. La relation de l'équilibre $\frac{Kx_t}{R'_2} = \frac{a'_3}{a'_4}$ fournit la valeur cherchée de la résistivité :

$$x_t = \frac{1}{K} \cdot \frac{a'_3}{a'_4} \cdot R'_2$$

en fonction de la constante $\left(\frac{1}{K}\right)$ déterminée une fois pour toutes avec la solution titrée de conductibilité connue.

La conductivité du liquide observé est l'inverse $\frac{1}{x_t}$ de la résistivité.

Nous donnerons dans un prochain mémoire les résultats expérimentaux obtenus par l'application de cette méthode à l'étude des liquides de l'organisme.

LES RÊVES ET L'INSPIRATION MATHÉMATIQUES

(Enquête et Résultats)

Par M. Edmond MAILLET

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

INTRODUCTION

L'opuscule ci-après contient les résultats d'une enquête que j'ai ouverte par voie de questionnaire principalement sur les rêves et l'inspiration mathématiques. Mon but a été ainsi d'obtenir des renseignements aussi complets que possible sur quelques points intéressant la psychologie des mathématiciens. J'espère y être parvenu.

Je me suis adressé exclusivement à des gens faisant depuis au moins dix ans des mathématiques par goût ou par profession et dont certains sont des maîtres de la science. C'est dire que les témoignages recueillis peuvent être regardés comme aussi sérieux que le permet le sujet (1).

E. Maillet.

I

Exposé.

Le numéro d'octobre 1902 de *l'Intermédiaire des Mathématiciens* (p. 263-264) contient deux questions 2446 et 2447, signées *Meglio* (pseudonyme) et relatives, l'une aux faits d'observations en ce qui concerne les phénomènes cérébraux ou intellectuels dans le travail mathématique, l'autre au rêve mathématique. Voici le texte de ces deux questions.

2446. — Quelque mathématicien a-t-il constaté à propos d'un mémoire, de préférence important, que la découverte par lui de la solu-

(1) Un résumé d'une partie des faits établis a paru dans l'*Intermédiaire des Mathématiciens*, Paris, Gauthier-Villars, 1902, p. 340. Une enquête beaucoup plus vaste *sur la méthode de travail des mathématiciens* vient d'être ouverte à l'aide d'un questionnaire par la rédaction de l'*Enseignement mathématique* (1904, p. 376, 395, 401). Voir encore, *Interm. des Math.*, avril-mai 1905, un résumé de mon article et de nouvelles réponses.

tion du point capital ou du théorème fondamental ait coïncidé, au moment où le trait de lumière décisif s'est produit, à quelque phénomène particulier en un point de son cerveau, comme si quelque chose qu'on pourrait appeler l'inspiration lui venait subitement [1]? (Comp. Bertrand, *Éloges académiques*, 1902, Hachette; *Éloge d'Euler*, p. 288).

Quelque mathématicien pourrait-il citer encore des exemples, personnels ou non, de mathématiciens ayant plus ou moins, comme Euler aveugle vers la fin de sa vie, la faculté de voir et de faire les calculs ou les figures de tête, ou dire jusqu'à quel point va chez lui cette faculté, et de quel phénomène particulier est accompagnée la découverte de la solution d'un problème ?

Pourrait-on plus généralement citer quelques faits d'observation relatifs aux phénomènes cérébraux ou intellectuels concernant le travail mathématique ?

2447. — Connaît-on, comme semble le supposer M. le Dr P. Farez, dans la *Revue de l'Hypnotisme et de la Psychologie physiologique* (août 1902, p. 48), des mathématiciens (étudiants ou chercheurs) ayant trouvé en rêve la solution d'un problème, de préférence difficile ? Dans le cas de l'affirmative, pourrait-on donner quelques explications détaillées sur les conditions où le phénomène s'est produit (profondeur du sommeil, difficulté pour se souvenir du rêve au réveil, études antérieures du mathématicien relatives au même problème, nature du problème et partie de la solution trouvée en rêve, etc.) ?

Pour obtenir des réponses aussi précises que possible, en vue au moins d'établir certains faits bien déterminés [2], j'ai adressé à divers mathématiciens le questionnaire ci-dessous à titre d'indication, en y ajoutant la réponse que je pouvais y faire personnellement à l'époque.

Question 2446. — N'y a-t-il pas des moments où, pensant à une question de Mathématiques, vous vous sentez particulièrement en veine, où vous sentez que vous allez trouver quelque chose, que le démon des Mathématiques vous travaille ? Si ce sentiment n'accompagne pas toujours la solution ou un progrès vers la solution, ne se

(1) Comp. avec ce que j'ai appelé le phénomène de Buffon, Assoc. franç. pour l'Avanc. des Sc., mém. du Congrès d'Angers, 1903, p. 1202. E. M.

(2) C'est ici l'occasion de rappeler qu'un questionnaire beaucoup plus général a été rédigé par la Rédaction de l'*Enseignement mathématique* en vue de son « *Enquête sur la méthode de travail des mathématiciens* ». Mon travail constitue un appoint à l'œuvre entreprise par MM. Laisant, Fehr et Buhl. Voir l'Enseignement Mathématique, 1904.

produit-il pas habituellement lorsque vous trouvez la solution ou que vous faites un progrès vers la solution ?

Question 2447. — Question à titre d'indication :

1° D'après vos souvenirs, avez-vous jamais rêvé mathématiques ? 2° Avez-vous raisonné mathématiques en rêve ? 3° S'agissait-il de choses connues de vous ou non (Ex : avez-vous rêvé que vous passiez ou faisiez passer un examen de mathématiques, que vous faisiez une leçon, etc.) ? 4° Si vous avez raisonné mathématiques en rêve, les raisonnements étaient-ils justes ou n'étaient-ils pas fantaisistes, comme sont la plupart des rêves ?

Distinguer les raisonnements déjà faits antérieurement (influence dominante de la mémoire) et les raisonnements nouveaux (intervention de l'invention) pour vous. Citer un ou deux exemples (au plus) en donnant quelques renseignements sur les théories développées ou les résultats trouvés. Au besoin consulter le texte de la question 2447. Distinguer s'il s'agissait d'applications concrètes des mathématiques (questions de physique, par exemple) ou non. Le rêve a-t-il suivi une période d'un ou plusieurs jours où vous pensiez avec insistance au même sujet ?

Dans la période où le rêve s'est produit, aviez-vous une occupation dominante autre que les mathématiques ? A quel âge s'est-il produit ?

5° Depuis combien de temps faites-vous des mathématiques ?

J'ai fait connaître sommairement dans le numéro de décembre 1902 de l'*Intermédiaire* (p. 340) les résultats acquis vers la fin d'octobre 1902, en indiquant la réponse de M. Laisant et la mienne (voir plus loin, rép. LVII et LVIII), ainsi qu'un rêve de J. Bertrand (voir rép. XXVI, plus loin).

Les réponses que j'ai reçues ayant surtout une valeur comme observations, il m'a paru que le plus important résultat de l'enquête serait obtenu si je les publiais ici. J'ajouterai néanmoins à la fin de mon travail un aperçu sommaire des conclusions immédiates que l'on peut dès à présent tirer des réponses ci-après.

Ces dernières sont au nombre de près de 80. Parmi elles il y en a 60 émanant de mathématiciens ayant en moyenne 29 ans de mathématiques, soit en tout 1 740 années environ. 16 d'entre eux peuvent être considérés comme des amateurs, les autres comme des professionnels.

Parmi ceux qui ont répondu, MM. Amagat, Adam, Appell, Autonne, D. André, Bricard, Borel, Boussinesq, S. Dautheville, E.-B. Escott, Fouret, Hurwitz, Lamaire, Laugel, Levavasseur, E. Lindlöf, Mathias, Padé, Raffy, quelques autres, ou bien n'ont jamais rêvé de mathématiques,

ou bien ne s'en souviennent pas, ou bien ne se rappellent que des rêves où les mathématiques n'intervenaient que vaguement; deux ou trois d'entre eux font des réserves en ce qui concerne l'âge où ils étaient écoliers.

Voici les autres réponses :

II

Réponses.

I. 2447. — Je me souviens parfaitement avoir rêvé plusieurs fois Mathématiques, et avoir cru trouver en rêve la solution d'un problème que je poursuivais passionnément dans la journée; mais cette solution était évidemment fantaisiste.

Je me rendais parfaitement compte que je rêvais et je me promettais bien de ne pas oublier au réveil le résultat que j'avais obtenu en rêve; mais ce n'était pas des raisonnements que je faisais en rêve : je subissais simplement l'impression que j'avais trouvé très heureusement ce que je cherchais. Personnellement, je doute qu'il soit possible de faire en rêve un raisonnement mathématique, même simple...

A. Ciru, 23 ans de math.

II. — 2447. — Je ne puis affirmer avoir rêvé de mathématiques à plusieurs reprises; le seul souvenir bien précis que j'en aie gardé se rapporte à une équation différentielle admettant une intégrale algébrique finie. La veille, ou peu de jours auparavant, je l'avais rencontrée dans un cahier des *Comptes Rendus*. Cet exemple m'avait vivement intéressé, mais, ayant négligé d'en prendre copie, une véritable obsession s'empara de mon esprit, et l'effort de la pensée pour me remémorer l'intégrale de cette équation aboutit à me donner l'illusion d'avoir vu en rêve le cahier et la page où se trouvait le résultat. A quelque temps de là, je le rencontrai réellement, mais je n'y fis plus attention, et, depuis, je n'ai plus cherché à le revoir.

Selon mes souvenirs il s'agissait d'une communication de G. Halphen.

Aujourd'hui, d'après mes recherches, ce doit être celle des 3 et 17 mars 1879.

Je ne me souviens pas d'avoir vu en rêve d'autres ouvrages mathématiques. Cependant il m'est arrivé de voir ainsi des ouvrages scientifiques, et, surtout, de cosmographie, avec figures sur fond noir,

réminiscence d'un ouvrage de sciences exposé à la vitrine de la librairie Camoin, à Marseille, en 1854, ce qui m'avait extraordinairement frappé.

Je ne me rappelle pas avoir rêvé d'examens ni d'interrogations de mathématiques, ni de raisonnements suivis ou fantaisistes.

Note. — Je regrette de n'avoir pas réussi à transcrire le résultat que je lisais très nettement. La comparaison avec le résultat exact aurait été intéressante à faire.

H. Brocard, 40 ans de math.

III. — 2447. — 1° oui ; 2° non ; 3° et 4° je n'ai pas de souvenirs précis relatifs aux sujets de ces rêves ; mais je ne crois pas avoir fait de raisonnements apportant de la lumière sur un sujet quelconque ; ayant travaillé un peu tard un sujet d'analyse, j'ai continué en rêve à entrevoir vaguement le sujet, mais sans rien de précis.

A. Grévy, 21 ans de math.

IV. — 2447. — 1°, 2° je ne puis citer pour moi qu'un seul exemple de rêve sérieux (voir ci-dessous) ; 3° j'ai souvent rêvé de choses connues ; cela m'arrive encore dans ma 70e année. Je passe un examen dont tout m'échappe, ou que, par malentendu, je n'ai pas préparé, et avec angoisse. Même angoisse, sinon plus grande, pour une leçon à faire : j'ai oublié mes feuilles : je les cherche vainement, et cours après.

Dans ces rêves, le côté raisonnement, création, y est nul ; quant au rêve véritablement dirigé à la poursuite d'une vérité nouvelle, si modeste qu'elle puisse être, il est, comme je l'ai dit au premier alinéa, aussi rare que possible en ce qui me concerne.

Voici l'exemple précité :

Je venais d'avoir quatorze ans, et il s'agissait du *premier problème qui m'ait jamais été posé* : étant donné un triangle, décrire autour de ses sommets comme centre trois cercles tangents deux à deux. Tout élève tant soit peu entraîné répondrait en inscrivant une circonférence dans le triangle, et décrivant des cercles passant par les points de contact de celui-ci avec les côtés. Mais j'avais alors un esprit rigoureusement neuf, et, après avoir réfléchi pendant toute l'étude du soir, je n'avais rien trouvé.

Dans mon sommeil, j'ai vu très clairement la solution suivante, assez bizarre, et semblable à ce qu'on désigne en arithmétique sous le nom barbare de règle de fausse position : décrire un cercle *quelconque* autour d'un sommet, puis un cercle tangent à celui-ci autour du

second sommet, et, autour du troisième un cercle tangent à ce dernier. Il ne sera pas tangent au premier, à moins d'un très grand hasard ; mais on prendra le milieu de leur intervalle, et, en décrivant à partir de ce point trois cercles consécutivement, on aura satisfait à l'énoncé.

Au réveil, je me suis très nettement rappelé ma solution, et l'ai consignée sur ma copie. Je me rappelle que le professeur a fait cette réflexion qu'elle avait un caractère singulier.

Dans une classe sérieuse, elle eût été rejetée après toutes les autres. Mais je la rappelle précisément en raison de sa bizarrerie, et pour cette circonstance d'avoir été conçue dans le sommeil absolu de la nuit, sans prodrome antérieur, et nettement retrouvée au réveil.

HATON de la GOUPILLIÈRE, 55 ans de math.

V. — 2447. — Il me semble bien n'avoir pas le souvenir d'avoir fait en rêve un raisonnement mathématique sérieux.

E. COSSERAT, 23 ans de math.

VI. — 2447. — A. — Je n'ai jamais, à ma souvenance, rêvé mathématiques. J'exclus à cet égard les cas de lectures en rêve : il m'arrive, en effet, assez fréquemment de rêver que je lis des matières plus ou moins abstruses, et que je m'y intéresse. Mais il y a là une illusion sans importance : j'ai devant les yeux l'image d'une page imprimée, et, en même temps, un sentiment d'attention. Si je cherche à reconstruire mon rêve aussitôt après, je ne puis retrouver même le sujet qui devait m'intéresser. Les mots ou images auditives que je retrouve peuvent avoir une liaison grammaticale régulière ou même euphonique (vers dont on se souvient au réveil), mais n'offrent aucun sens acceptable. N'attachant par suite aucune attention à ces rêves depuis longtemps, je n'ai à leur égard que des souvenirs très vagues, et je ne puis affirmer n'avoir jamais rêvé en particulier lire une page de mathématiques.

Je crois même que cela m'est arrivé une ou deux fois, spécialement une fois dans une langue étrangère (en allemand). Ce cas de langue étrangère m'a frappé, car je le crois rare ; mais le sujet du livre rêvé (philosophie ou histoire des mathématiques ?) est sorti de ma mémoire. L'hypothèse que je fais sur le sujet découle naturellement de l'objet des ouvrages allemands que le lis particulièrement.

B. — Non seulement je n'ai jamais fait en rêve un raisonnement mathématique, mais je considère la chose comme impossible. Je suis en effet convaincu que les images usuelles des rêves se succèdent avec

une rapidité beaucoup plus grande que celle avec laquelle on peut réellement faire un raisonnement lié (deux prémisses et une conclusion). S'il y avait une observation précise en sens contraire, je serais donc porté à y voir une illusion. J'ai, en effet, beaucoup étudié la question du rêve, et si, finalement, je l'ai abandonnée, c'est que j'ai reconnu que la reconstruction du rêve (qui fait qu'on s'en souvient et qu'on le rapporte de telle ou telle façon) ne se fait point sans une intervention active de l'intelligence éveillée, laquelle y introduit inconsciemment des éléments étrangers, et se trompe souvent elle-même, sans qu'il soit possible de la contrôler. Dans ces conditions, je n'aperçois pas de moyen d'établir scientifiquement des conclusions positives concernant le rôle de l'intelligence dans les rêves, tels qu'ils sont rêvés ; mais je suis porté à réduire ce rôle au minimum.

P. Tannery, 43 ans de math.

VII. — 2447. — Je rêvais très souvent dans mon enfance et jusque vers quinze ou vingt ans. Vers la trentaine c'est devenu peu à peu exceptionnel ; je ne rêve plus la nuit, sauf les jours de préoccupation exceptionnelle, et alors, je ne me repose pas. Je me réveille le matin très fatigué et incapable de travail soutenu.

Je ne puis donc répondre que d'après d'anciens souvenirs. Je me rappelle nettement avoir trouvé en rêve vers quinze ans une solution de géométrie élémentaire que j'avais longtemps cherchée la journée précédente. Le fait s'est représenté une seconde fois plus récemment pour une question de géométrie.

H. Mesnager, 23 ans de math.

VIII. — 2447. — 1° Oui souvent, mais uniquement dans le sommeil léger du matin. 2° Oui. 3° C'était en général des questions dont la solution me tracassait. Une fois ou deux j'ai rêvé être dans une situation déterminée : je passais un examen, ou je causais. Dans les autres cas, j'avais la conscience que je cherchais, en travaillant. 4° Au réveil, quand la mémoire voulait bien s'y prêter, ce qui est arrivé assez rarement, les raisonnements examinés après coup étaient au-dessous de tout, absurdes. Les idées de départ en valaient souvent d'autres. C'était des questions variées, sans aucune orientation spéciale.

2446. — Je n'ai jamais trouvé le peu que j'ai pu trouver dans le travail actif ; mais le résultat est arrivé à la reprise du travail après une période plus ou moins longue de repos, 3 à 4 jours en une semaine.

Kleinflecken, 18 ans de math.

IX. — 2447. — ... Quant aux rêves mathématiques, plusieurs de mes camarades de salle à l'Ecole et moi en avons fait à la suite des abominables leçons d'Hermite sur les fonctions eulériennes, elliptiques, ultra-elliptiques et autres ; ils consistaient dans des assimilations des symboles algébriques à des choses de la vie réelle. Ainsi je me souviens d'une certaine fonction $C(x)$, où C était une *caravane*. J'estime que ce phénomène, assez répandu parmi nos camarades à cette époque, est une protestation réflexe de l'organisme cérébral contre l'inoculation d'un véritable poison intellectuel : l'absorption de l'imaginaire à haute dose est un empoisonnement cérébral ; l'assimilation de l'imaginaire au réel, qui en est la conséquence, est un pur symptôme de folie, et un avertissement de mettre fin au surmenage dont nos successeurs à l'Ecole sont plus que jamais victimes.

RABUT, 34 ans de math.

X. — 2447. — 1° Souvent, surtout aux époques de travail intensif; les dernières années, ces rêves ont été plus rares. 2° et 4° Oui, mais j'ai reconnu que les résultats étaient presque toujours faux. 3° Je n'ai jamais rêvé examens ou leçons ; il s'agissait de problème à résoudre, *problèmes de calcul, non de géométrie*. 4° Objet des rêves : toujours des calculs. Souvent j'ai cru avoir résolu un problème qui m'avait occupé pendant la journée; cette solution était toujours fausse, exepté une fois ; mais ce n'était pas une résolution claire et achevée : ces idées avaient toujours un aspect vague et indéterminé.

2446. — Oui ; une fois, en faisant l'ascension d'une montagne, malgré la fatigue, j'ai éprouvé un désir irrésistible de faire des mathématiques, et j'ai trouvé un théorème qui a été inséré aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris.

P. STAECKEL (Kiel, Holstein), 25 ans de math.

XI. — 2447. — 1° Oui, souvent, surtout pendant mes études au lycée. 2° Oui, mais sans sûreté aucune. 3° Oui, j'ai rêvé faire des leçons pendant ma carrière de professeur; mais, toujours, ce qui dominait était le souci purement moral. Je rêvais, par exemple, que j'étais *chahuté*, et je luttais avec fermeté. 4° L'idée mathématique se mêlait à des idées tout à fait diverses, de pur sentiment, par exemple. Le rêve accompagnait toujours une fatigue excessive soit venant du travail, soit venant d'un état de santé non absolument satisfaisant.

Le rêve est généralement une conséquence d'un travail mental, d'une préoccupation dominante. S'il ne mûrit pas l'idée, il accompa-

gne l'élaboration et se trouve souvent le symptôme d'une découverte prochaine, de la vision claire de la vérité.

CARVALLO, 28 ans de math.

XII. — 2447. — 1° Oui. 2° Non. 3° et 4° Le rêve se rapportait chaque fois à la solution d'un problème vainement cherchée, ou que j'avais cherché à simplifier la veille. Je croyais tenir un procédé lumineux et satisfaisant. Tâchant de presser et tirer les conséquences, je sentais l'inanité de mon désir et je revenais naturellement après quelques moments à l'intuition première ; un effort véritable de réflexion amenait le réveil, et, bien souvent, je chassais ce désir. Mes souvenirs ne peuvent préciser les époques où cela m'est arrivé ; mais je crois que, presque chaque fois, reprenant le problème, j'avais lieu d'être satisfait de la marche que j'avais entrevue en rêve.

2446. — Oui.

A. PELLET.

XIII. — 2447. — Je suis bien fâché de ne pouvoir vous fournir aucune donnée positive sur la question psychologique dont vous vous occupez ; comme je le disais tout récemment à M. Laisant, au cours d'une aimable visite qu'il a bien voulu me faire, je ne me rappelle pas avoir jamais trouvé des solutions en rêve. Ce qui m'arrive souvent, c'est que quelque question m'empêche de dormir complètement, de manière que je reste couché, les yeux fermés, sans toutefois dormir vraiment ou complètement. Mais, ce qui m'arrive encore plus souvent est de me réveiller, après un long et bon sommeil, avec une idée mathématique, sans savoir d'où elle est tombée, une idée bien souvent nette et pratique, qui arrive à résoudre des difficultés qui m'avaient arrêté. Certainement elle a été enfantée, non dans le rêve, mais pendant le demi-sommeil du matin.

2446. — Oui, comme vous. Il y a des jours où tout réussit, comme il y en a d'autres où l'on ne peut résoudre une équation de 2me degré sans se tromper.

Gino LORIA (Gênes), 24 ans de math.

XIV. — 2447. — J'ai quelquefois rêvé de mathématiques, cela va sans dire ; mes rêves m'ont sans doute suggéré des idées ; cependant je crois plutôt que les idées étaient la cause du rêve ; mais le travail du rêve ne m'a jamais été profitable, du moins je le crois.

H. LAURENT, 47 ans de math.

XV. — 2447. — Il m'est arrivé très souvent de rêver Mathémati-

ques, et, dans mes rêves se mêlaient des hypothèses, des raisonnements ou ébauches de raisonnements, des examens passés ou à passer, des leçons données ou reçues, etc. Mais mes souvenirs à cet égard sont trop vagues...

Amateur, 46 ans de math.

XVI. — 2447. — ... Comme vous le remarquez, il y a deux formes du rêve mathématique, celle où on croit relire ou appliquer des formules soit algébriques, soit arithmétiques, et celle où l'on se figure raisonner mathématiques. La première forme est assez fréquente, et je connais peu d'obsession plus cruelle que celle de colonnes interminables de chiffres que l'on a l'illusion d'additionner sans trève ni relache, c'est l'addition de Sisyphe... La forme de rêve où l'on se figure raisonner mathématiques n'a rien de cruel que le réveil, où l'on voit avec peine se dissiper l'illusion de beaux raisonnements échafaudés sur les nuages ; je remarquerai seulement qu'on se défend difficilement de l'impression qu'on a réellement raisonné, et raisonné juste, quoiqu'il soit généralement impossible de se souvenir d'un résultat quelconque. Ce genre de rêve m'a visité de temps en temps, mais une fois particulièrement dans des circonstances assez bizarres.

Cela doit remonter à un peu plus de dix-huit mois : le début fut celui de tous les rêves de ce genre, mais mon intérêt s'excita : j'eus la persuasion plus vive que jamais que j'obtenais d'une façon ingénieuse la solution d'un problème difficile et intéressant ; mon attention se concentra au point que je m'éveillai. Mais, chose curieuse, tandis qu'habituellement le réveil détruit entièrement le fil des idées qu'on s'était imaginé avoir en rêve, cette fois ce fil ne s'était pas rompu : je repris de fond en comble mon raisonnement, je continuai de le trouver juste, et, me disant qu'il ne fallait pas laisser échapper mon résultat, je recommençai encore une fois toute la suite de mes déductions. A ce moment je me dis qu'il était plus sage de me lever pour mettre immédiatement ces résultats par écrit ; mais je me persuadai qu'un raisonnement que, bien éveillé, je venais de faire et de refaire sans hésitation, ne saurait m'échapper si vite. J'éteignis ma lampe, que j'avais allumée, et je me rendormis. A mon réveil, au jour cette fois, ma première pensée fut pour mon théorème ; mais... je me souvenais de tout, sauf de la question mathématique elle-même ;... je n'ai jamais pu ni à ce moment-là ni depuis supposer de quoi il avait bien pu s'agir, analyse ou géométrie.

L'explication la plus naturelle serait que j'ai eu un rêve au deuxième degré, si je puis dire que j'ai rêvé que je rêvais mathématiques.....

2446. — Euler, que la cécité a à peine interrompu dans ses travaux, arrivait plus difficilement à pénétrer la pensée et le calcul des autres qu'à développer les siens propres. Voyez à ce sujet la lettre portant le n° 25 dans sa correspondance avec Lagrange (XIVe vol, de l'édition des œuvres de Lagrange), où il avoue qu'il n'a pu assez se mettre dans l'esprit la signification des lettres employées par Lagrange pour suivre jusqu'au bout la démonstration de celui-ci. — Et cependant, plus tard, il était en état d'établir son dernier mémoire sur la « Théorie de la Lune » pour lequel l'aide de trois calculateurs exercés lui avait été nécessaire...

Je serais porté à croire que le calcul mental présente moins de difficultés qu'on se le figure généralement. Ce qu'on fait le plus facilement de tête, et même on ne le fait guère que de cette façon-là, c'est la géométrie des rapports anharmoniques. Mais lorsqu'il est besoin d'une figure un peu développée, la suppléer n'est pas facile. — Avec un peu d'habitude, je crois qu'on arriverait aussi à exécuter de tête même des transformations algébriques assez compliquées, pourvu que les résultats eux-mêmes ne le fussent pas trop. Il y a quelques jours, pendant une tournée, j'ai eu à me remémorer le théorème qui présente le point de Lemoine d'un triangle comme commun aux trois droites qui, partant d'un sommet, passent par le milieu de la droite de jonction des projections des deux autres sommets sur les côtés respectivement opposés. Il s'agit de démontrer que le centre de la conique touchant les côtés du triangle de référence aux pieds des hauteurs a ses coordonnées normales proportionnelles à sin A, sin B, sin C. J'ai fini par faire le calcul entièrement de tête, non sans peine, mais je sens que je pourrais aborder maintenant quelque chose de plus difficile...

Chief, 30 ans de math.

XVII. — 2446 et 2447. — Je ne suis pas sûr d'avoir rêvé mathématiques, car j'oublie rapidement mes rêves; cependant, quand j'étais en Spéciales, au moment de m'endormir presque chaque jour, je réfléchissais à quelque problème; s'il n'était pas résolu quand je m'endormais, fort souvent, en me réveillant au milieu de la nuit ou le lendemain au matin, la solution faisait un grand pas. Avais-je travaillé en songe? Je ne le crois guère, et j'attribue cette facilité plus grande à ce fait qu'ayant l'esprit reposé et cependant tout imprégné de la matière à envisager, — ou plus exactement, à ce que mes neurones, impressionnés avant le sommeil, puis reposés sans nouvelle impression, se trouvaient prêts et aptes à me faciliter par leur expansion facile toutes les transformations possibles, parmi lesquelles la raison choi-

sissait celles nécessaires à la solution. En particulier, les images géométriques devenaient alors fort nettes (formes ou intersection de surfaces assez compliquées ; courbes d'intersection de tores par exemple).

Je crois me souvenir que, depuis cette époque, trois ou quatre fois j'ai fait des rêves fantaisistes sur les mathématiques ; une fois il se serait agi de surfaces ou de courbes se transformant les unes ou les

autres visiblement, alors que, dans la réalité, la transformation est impossible (Ex. : courbe à nœud se déliant).

V. Aubry, 24 ans de math.

XVIII. — 2447 et 2446. — Si rêver Mathématiques signifie rêver que l'on fait des Mathématiques, cela m'est arrivé souvent ; mais cela ne veut pas dire que je faisais un raisonnement qui se tînt. Je rêvais seulement que je raisonnais ; autant que j'ai pu, au réveil, contrôler ces raisonnements qui me paraissaient, en rêve, lumineux, ils ne valaient rien.

Par contre, j'ai rêvé maintes et maintes fois que je passais un examen ; par un phénomène bizarre, qui serait presque un dédoublement de la personnalité, j'étais *presque* au même moment examinateur et examiné.

Il m'est souvent arrivé de trouver très rapidement au réveil la solution d'un problème vainement cherché la veille au soir ; l'esprit avait-il travaillé, sans que j'en eusse conscience ? ou, plus simplement, étais-je fatigué le soir et reposé le matin ? C'est la seconde hypothèse qui est probable.

Il n'y a pas de doute qu'à certains moments on soit en veine, et la plupart du temps on sent parfaitement qu'on a l'esprit lucide et qu'on va trouver.

Je reviens au rêve : il me paraît impossible de raisonner sérieusement en rêve, le raisonnement exigeant une force d'attention qui n'existe pas dans le rêve.

Comme réponse à la question 2446, je dirai que je vois et je fais assez facilement les calculs de tête ; j'avais cette faculté, plutôt que je ne l'ai, car elle diminue avec l'âge. Cependant, il y a trois mois, pendant les examens, c'est-à-dire à un moment de fatigue, j'ai pu, sans trop de peine, refaire de tête, le soir, un assez long calcul inexact fait par un candidat et retrouver ainsi sa faute qui m'avait échappé pendant l'examen. Même observation pour les figures. En somme, *je vois* ou *j'entends* suffisamment un calcul, un raisonnement pour pouvoir le retenir même inexact, et pour en retrouver le point faible ou spécieux *à tête reposée*.

D'ailleurs tous les professeurs ont pu constater que la plupart des étudiants en mathémathiques apprennent les raisonnements mathémathiques, et sont capables de les reproduire, sans qu'il y ait eu intervention de leur personnalité, sans qu'ils les aient pensé réellement.

Lucien Lévy, 33 ans de math. (novembre 1902).

XIX. — 2446 et 2447. – Je n'ai jamais eu de rêves mathématiques proprement dits. Il est souvent arrivé que les mathématiques s'introduisissent dans mes rêves ; mais comme il arrive en général dans ce cas, elles s'entremêlaient immédiatement avec toute sorte d'autres images absolument quelconques.

Le seul souvenir intéressant que j'aie dans cet ordre d'idées est celui d'une solution que je cherchais depuis assez longtemps et que j'ai obtenue immédiatement après un réveil au milieu de la nuit. Ce réveil était causé par un bruit extérieur se traduisant par un cauchemar qui n'avait rien de mathématique. Ce qu'il y eut de remarquable fut l'*instantanéité absolue* avec laquelle me vint l'idée nécessaire à la solution, idée à laquelle, au moins en apparence, rien dans mes réflexions antérieures ne me préparait. Il n'y eut aucun intervalle appréciable entre mon réveil et l'apparition de cette idée.

Professionnel, 20 ans.

XX. — 2447. 1° A plusieurs reprises. 2° Oui. 3° Il s'agissait dans la plupart des cas de problèmes qui m'occupaient vivement ; quelquefois j'ai rêvé que je passais un examen de Mathématiques. 4° Je me souviens que mes raisonnements étaient justes deux ou trois fois. Il s'agissait de problèmes d'analyse où j'arrivais en rêve à de nouvelles idées (à 35 ans environ). Le sujet était le suivant : M. Kötter avait établi un système orthogonal et très général comprenant les solutions de plu-

sieurs problèmes de dynamique; je réussis à réduire ce système à une identité. J'atteignis ce but par des réflexions et des calculs qui duraient quelques mois.

Si un problème m'intéresse beaucoup, j'ai la coutume d'y penser et d'y réfléchir jusqu'au moment de m'endormir. Vers le matin, je me réveillai deux ou trois fois en me souvenant du résultat de mes raisonnements.

2446. Oui.

E. Jahnke (Berlin), 15 ans.

XXI. — 2447. — J'ai certainement rêvé mathématiques plusieurs fois, mais aucun de ces rêves ne m'a laissé de souvenir précis. Cependant je suis certain de n'avoir jamais trouvé en rêve ni solution, ni démonstration.

Par contre, j'ai conservé des souvenirs plus nets de rêves où je m'imaginais passer des examens; seulement ces rêves étaient plutôt des cauchemars et portaient surtout sur des faits matériels, j'arrivais en retard...

2446. — Quant à la question 2446, ma réponse, au contraire, sera très affirmative, surtout en ce qui concerne la deuxième partie de cette question.

Haure, 22 ans de math.

XXII. — 2447. — 1° Assez souvent. 2° Dans le sens rigoureux du mot, non; voir 4°. 3° Il s'agissait en général de figures géométriques ou d'expressions algébriques se rapportant à des questions à l'étude, ou étudiées depuis un temps plus ou moins long, ou sans aucun rapport avec elles. 4° J'ai répondu « non » à la question 2°, mais il m'est arrivé, soit à une époque soit à une autre, entre l'âge de 16 ans environ et mon âge actuel 44 ans, de percevoir en rêve des figures géométriques correctes ou des expressions algébriques exactes; j'ai alors l'idée persistante que j'entreprends et développe le raisonnement, mais il ne prend pas corps, et si, au réveil, il en reste quelques traces dans mon esprit, c'est faux ou incohérent.

Si dans le sommeil proprement dit je ne rêve mathématiques que d'une manière incohérente, j'ai eu quelquefois de bonnes idées me conduisant à la solution cherchée, pendant l'état intermédiaire entre le profond sommeil et l'état de veille. La volonté et l'attention interviennent alors, c'est-à-dire le contrôle, qui fait défaut dans le sommeil véritable, et, comme la fatigue cérébrale a disparu, il n'est pas éton-

nant qu'avec des facultés fraîches on arrive à découvrir le point délicat d'une question déjà examinée sur toutes ses faces ; le proverbe : « la nuit porte conseil », trouve là son application et son explication. Il est évident qu'on obtiendra ainsi des résultats d'autant plus fréquemment qu'on se sera habitué davantage au calcul mental et qu'on se sera exercé davantage à se représenter les figures géométriques, à raisonner mentalement sur ces figures, et à y exécuter des constructions. Les circonstances que j'ai traversées m'ont fait acquérir une certaine facilité pour ces opérations mentales.

2446. — Oui.

G Espanet, 28 ans de math.

XXIII. — 2447. — Comme curiosité, je me rappelle seulement que j'ai rêvé mathématiques une fois dans l'année de baccalauréat. J'étais précepteur de l'un de mes condisciples, et j'ai eu besoin d'une construction géométrique que j'avais connue auparavant, mais oubliée. Elle me revenait dans le rêve, sans que j'eusse consulté les livres.

M. Lerch (Fribourg).

XXIV. — 2447. — Pour moi-même je n'ai jamais, autant que je sache, rêvé mathématiques.

J'ai posé la question à un de mes amis, un jeune mathématicien distingué, et il m'a dit ce qu'un camarade d'école lui a raconté.

Ce camarade avait un problème à résoudre, et il cherchait assidûment et vainement la solution. Une nuit, à son premier somme, il a trouvé une somme et, craignant de l'oublier, il s'est réveillé et a écrit ce qu'il a rêvé. La solution était correcte.

J. S. Mackay (Edimbourg). 30 ans environ de math.

XXV. — 2447. — J'ai souvent rêvé mathématiques, mais deux fois seulement mon rêve a pris une forme particulièrement précise.

La première fois étant tout jeune écolier. — Je rêvais que je me réveillais au milieu de la nuit, pour achever un problème d'arithmétique sur lequel j'avais beaucoup pâli la soirée précédente, et que, mon problème trouvé et terminé, je me recouchais tranquillement et me rendormais ; or, en me réveillant le lendemain, je n'eus rien de plus pressé que de courir à mon cahier d'arithmétique pour voir si mon devoir était au courant..., et, naturellement, il l'était. Je l'avais terminé la veille au soir d'une façon inconsciente, et je ne m'en souvenais plus.

La seconde fois, c'était pendant une période de concours. — Je de-

vais faire une leçon publique à quelques jours de là. — Une nuit je rêvais très distinctement que j'étais appelé à mon tour pour faire ma leçon ; je voyais très bien la petite salle de l'examen, le jury à ma gauche, composé comme d'habitude, le public ou, plutôt, les concurrents à ma droite, et devant moi le tableau, sur lequel j'alignais les figures géométriques et les équations de mon cours. La leçon que je développais était bien une de celles du programme.

P. Barbarin.

XXVI. — 2447. — 1° Je n'ai jamais *raisonné* en rêve, ou du moins je n'ai aucun *souvenir conscient* à cet égard. 2° J'ai eu à l'état de sommeil des images géométriques ou motrices, mais ce sont des images passives et non créatrices ; exemple : lorsque j'étudiais dans le traité de M. Jordan l'étude logique *des ensembles*, je me suis vu en rêve essayant de dessiner au tableau des nébuleuses de petites taches de craie, figurant une portion d'ensemble, image grossière devant laquelle je me disais : « Impossible de dénicher là-dedans un trajectoire. »

Il n'y avait là, selon moi, qu'une hallucination provenant certainement du fait que je suis un visuel, que je ne vois la grandeur qu'imagée, et que j'avais suivi les idées de M. Jordan avec une certaine fatigue. Toutefois, le lendemain de ce rêve, et pensant à une leçon de Mécanique que j'avais à faire, je me dis très nettement : « Somme toute l'espace est *cursif* d'abord, il est construit avec des fonctions raisonnables et des mouvements avec vitesse, et ce n'est qu'après l'avoir ainsi construit spontanément que nous pouvons y loger des ensembles *préexistants* et non *cursifs*.

Cette sensation d'idées, si on peut parler ainsi, est devenue plus tard chez moi une image créative et m'a conduit à une géométrie du mouvement que j'espère bien un jour ou l'autre publier avec les développements qu'elle comporte.

Je n'ai pas d'autres souvenirs personnels dignes d'êtres notés sur les rêves mathématiques.

Par contre j'ai reçu de la bouche du regretté Joseph Bertrand le récit d'une impression qui peut vous intéresser. Un jour il m'a parlé des conditions de stabilité du mouvement dans le problème des 3 corps : « Un jour, disait-il, je m'étais assoupi dans le bois de Viroflay, et j'ai nettement aperçu une condition de stabilité. Je me promis d'écrire la chose ; lorsque je rentrai chez moi, j'essayai de retrouver ma vision, mais T'st, tout avait filé. »

J. Andrade, 29 ans de math.

XXVII. — 2447. — 1° Je ne me rappelle bien des rêves mathéma-

tiques que deux fois... 2° et 4° J'ai raisonné mathématique avec correction logique, mais avec des prémisses erronées *une* fois. 3° J'ai rêvé ce que j'avais en cours d'étude peu auparavant...

Nota. — J'ai fait en songe des raisonnements logiques sur le problème 533 de l'Intermédiaire des Mathématiciens (Géométrie, réseaux de triangles); mais je ne puis affirmer si mon rêve était ou non un état intermédiaire entre le vrai sommeil ou l'insomnie.

L'intéressante question du rêve *conscient*, je la crois presque *inaccessible*, comme toutes celles qui plongent dans l'*origine des choses*.

Ilergeta (étranger).

XXVIII. — 2447. — 1° Souvent. 2° En général les raisonnements étaient sans lien. 3° et 4° Il s'agissait de choses connues (en général), par exemple de questions se rapportant à une leçon faite dans la journée ou à faire le lendemain. Ce n'étaient jamais des raisonnements nouveaux.

Il m'est arrivé de penser aux mathématiques le matin à moitié réveillé et de voir sous une forme très simple des questions qui m'avaient paru difficiles à la fin de la soirée précédente.

2446 — Oui.

H. Fehr (Genève). 20 ans de math.

XXIX. — 2447. — Bien que neuf fois sur dix, je m'endorme en pensant à une question touchant plus ou moins aux mathématiques, il ne m'est jamais arrivé de trouver une solution à cette question pendant mes rêves.

Très accidentellement, il m'est arrivé de rêver que je faisais une leçon, mais cette leçon n'avait aucun rapport avec ce que j'avais à professer à l'époque du rêve; c'était devant des auditoires de fantaisie, composés de personnes mêlées plus ou moins à ma vie, et non devant mes auditoires habituels.

Je n'ai aucun souvenir d'un rêve m'ayant été utile en quoi que ce soit, bien que j'aie conscience de rêver constamment. Une fois, il m'est arrivé, très jeune, de rêver que j'avais fait un devoir, et d'en être si convaincu qu'en me réveillant j'ai fait de longues recherches, fouillant toutes mes affaires pour trouver la copie; il m'a fallu des semaines pour être certain que c'était un rêve; mais cela m'a laissé une forte impression, et, lorsque je rêve que je travaille sérieusement, immédiatement, me semble-t-il, je pense que c'est un rêve qu'il est inutile de continuer, et je m'éveille.

2446. — Que je pense à une question de mathématiques ou de physique, ou même à un simple rapport, c'est la même chose, il y des instants ou tout va comme sur des roulettes, d'autres où rien ne marche. L'état physiologique (digestion, etc.), les excitants (café, thé ou champagne) me paraissent les facteurs principaux. Dans ma jeunesse je préférais les heures matinales, très matinales ; j'ai changé depuis, ma santé aussi, et, actuellement, c'est après le repas du soir (et du café) que je remets la solution de toute question qui m'aura préoccupé pendant la journée.

A. Potier, 45 ans de math.

XXX. — 2447. — 1° Une dizaine de fois, au plus. 2° Oui. 3° Il s'agissait de questions dont je m'occupais alors. 4° Je me suis réveillé avec l'impression que j'avais trouvé ce que je cherchais. Je n'ai jamais pu retrouver les idées que je croyais avoir eues. Les dernières fois, sachant par expérience ce qui allait arriver, je suis resté immobile, essayant de me remettre dans l'état où je pensais avoir eu quelque idée. Il m'est arrivé de me rendormir et de me réveiller avec l'impression que j'avais retrouvé ce qui m'avait fui d'abord : je n'avais rien dans la tête. — 2446. J'ai eu souvent en travaillant, des idées qui ont filé comme l'éclair, et que j'ai retrouvées en restant immobile, et en tâchant de ne penser à rien.

G. Fontené, 34 ans de math.

XXXI. — 2447. — 1° D'après mes souvenirs *actuels*, je n'ai jamais rêvé mathématiques. Et cependant rien ne m'était plus ordinaire que de m'abandonner au sommeil normal de la nuit un crayon et un carnet de recherches à la main. 2° Non. 3° Néant. 4° Néant.

2446. — Quand je réussis, je me sens naturellement porté à poursuivre plus gaiement les recherches.

Pour moi, arithmophile, la veine, si veine il y a, me paraît coïncider avec le *maximum* des rapports entrevus, presque simultanément, entre les nombres.

G. de Rocquigny, 20 ans de math.

XXXII. — 2447 et 2446. — Je ne me rappelle pas avoir jamais rêvé aux mathématiques, ni même à quelque circonstance touchant de près ou de loin aux mathématiques.

Par contre, j'ai l'impression que les insomnies, et surtout les insomnies matinales, m'ont donné parfois des indications utiles relatives à des problèmes dont la solution me préoccupait.

M. Godefroy, 15 ans de math.

XXXIII. — 2447 et 2446. — 1° Non. 2° Non. J'ai constaté à plusieurs reprises, mais surtout pendant ma jeunesse, qu'un problème qui m'avait arrêté pendant le travail du soir me paraissait simple au réveil, alors que j'avais cessé absolument d'y penser pendant la nuit et qu'aucun rêve s'y rapportant ne s'était produit.

H. Léauté, 39 ans de math.

XXXIV. — 2447. — 1° Oui, très souvent. 2°, 3°, 4°. — Oui, mais généralement mal, sur des sujets étudiés la veille, et toujours à la suite d'un travail exagéré. — Forme de cauchemar. — Raisonnements fantaisistes. — J'ai souvent passé, ou fait passer un examen en rêve, mais toujours mal.

2446. — Oui, naturellement. C'est le sentiment qu'on éprouve lorsque, ayant épluché une question quand on en possède complètement la nature, on sent approcher la solution.

G. Simart. 40 ans de math.

XXXV. — 2447. — 1° et 2° : peut-être, mais bien rarement ; pas de souvenirs nets. 3° J'ai gardé le souvenir d'une leçon faite au lycée St-Louis ; j'enseignais alors les mathématiques spéciales. Ce n'est pas les mathématiques que je me rappelle dans le rêve : au moment le plus intéressant de la leçon et qui m'enthousiasmait moi-même, je tire ma pipe, je la bourre, je l'allume... : la porte s'ouvre, le proviseur, le censeur, les inspecteurs généraux entrent dans la classe. Réveil en sursaut. 4° Par analogie avec quelques souvenirs plus précis, mais qui ne se rapportent pas aux mathématiques, je me suis fait une opinion sur une question analogue à celle que vous posez, et cette opinion est peut-être à rapprocher du rêve de J. Bertrand : je crois qu'on a surtout des sensations en rêve : tout travail intellectuel est accompagné de sensations physiques vagues, mais perceptibles ; j'en dirai autant des émotions artistiques, morales, religieuses. Je crois qu'on a plutôt en rêve ce genre de sensations qu'on ne se livre à un travail intellectuel, ou qu'on ne goûte ces émotions artistiques, morales, religieuses ; je crois que ces sensations nous donnent l'illusion dudit travail, ou desdites émotions...

2446. — J'ai un souvenir offrant quelque intérêt, parce qu'il est précis. J'étais alors élève de mathématiques spéciales. Il y avait très longtemps que je cherchais, sans y arriver, à résoudre un problème d'algèbre posé comme exercice dans l'algèbre de Bertrand. A un moment où je me croyais occupé à tout autre chose, la solution m'est apparue soudainement : inutile de vous dire qu'il n'y avait pas grands

calculs à effectuer ; c'était affaire de raisonnement : mais enfin je ne m'imaginais pas penser à ce problème, et j'étais en train de chanter... C'est le cas le plus net d'un travail inconscient, ayant abouti, que je puisse vous offrir...

J. Tannery, 40 ans de math.

XXXVI. — 2447. — Tout ce que je puis dire, c'est que lorsque je finis par m'endormir avec une question captivante de mathématiques dans l'esprit, mon sommeil est, en général, fort agité. Au milieu de mes divagations, je ressemble assez bien à une lunette que l'on s'efforcerait vainement de *mettre au point*. Intuitions soudaines qui ne sont guère que des réminiscences, suivies de raisonnements boiteux ou sans valeur, rien, en un mot, à quoi (pour mon compte) je puisse sérieusement m'arrêter...

Issaly.

XXXVII. — 2447. — Je n'ai jamais *rien trouvé en rêve* ; j'ai seulement eu quelquefois des idées que j'appliquais au réveil, et qui étaient généralement plutôt mauvaises.

E. N. Barisien, 33 ans de math.

XXXVIII. — 2447. — 1° Quelquefois, pas souvent. 2° Oui, mais généralement les raisonnements étaient faux ou extravagants : d'ailleurs au réveil, je ne pouvais les rétablir que très imparfaitement. 3° Il s'agissait toujours de questions étudiées récemment ou le jour même. 4° Je ne puis citer qu'un seul cas de résultat effectif donné, ou tout au moins, suggéré par le rêve ; encore ne s'agit-il pas de raisonnements mathématiques, mais de calculs numériques.

En 1890, au cours d'un lever topographique, j'avais vainement recherché toute une journée une erreur de calcul faite sur un carnet de nivellement; pendant la nuit je poursuivais en rêve cette vérification, très confusément d'ailleurs, mais je me représentais parfaitement les chiffres de mon carnet, et notamment ceux d'une certaine page.

Le lendemain, je trouvai une erreur d'addition sur cette page même.

Je signale ce fait sans en tirer de conséquence ; peut-être n'y a-t-il là qu'une simple coïncidence.

J. Michel, 20 ans de math.

XXXIX. — Depuis 50 ans que je fais des mathématiques, soit comme écolier, soit comme professeur, soit, plus rarement, comme chercheur, je n'en ai jamais rêvé, sauf pourtant à l'époque des examens de mes élèves, où il m'est arrivé souvent de les voir sur la sel-

lette, torturés par des examinateurs n'ayant avec les vrais que des ressemblances fort vagues.

Chez moi, l'obsession produite par la recherche d'une question ou mieux, d'une difficulté (colle), s'est toujours traduite par l'insomnie qui persistait jusqu'au moment où la contention d'esprit favorisée par l'obscurité et la position horizontale, provoquait le pas décisif vers la solution.

Je n'ai jamais ressenti le phénomène de l'inspiration subite, éblouissante, dont, par exemple, le regretté Ribaucour m'a rendu témoin plus d'une fois, et ce n'est qu'après des efforts persévérants, accompagnés de tâtonnements et d'essais, que je suis parvenu parfois à me rendre à peu près maître d'un sujet qui exigeait quelque faculté d'invention.

V. Rouquet, 50 ans de math.

XL. — 2447. — 1° Il m'est arrivé assez fréquemment de rêver mathématiques. 2° et 4° Les raisonnements que j'ai faits en rêve étaient rarement complètement exacts. Il m'est arrivé différentes fois au réveil, séduit par les résultats obtenus dans le rêve, d'essayer de reconstituer mes raisonnements. J'y trouvais toujours un défaut quelconque qui les rendait illusoires. Il m'en est quelquefois resté cependant des idées intéressantes dont j'ai pu tirer parti dans la suite. 3° Mes rêves se rapportaient généralement aux idées dont je me préoccupais dans la journée, soit pour mes recherches, soit pour mon enseignement.

J. Le Roux, 20 ans de math.

XLI. — 2447. — D'après mes souvenirs, je n'ai jamais rêvé mathématiques. Quelquefois pourtant, étant souffrant, il m'est arrivé de faire des raisonnements fantaisistes et de m'occuper de problèmes insensés ; je me rappelle par exemple celui-ci : déterminer la façon dont se comporte la fonction $\zeta(s)$ de Riemann entre les deux plateaux de l'électromètre absolu de Thomson. C'était le lendemain de la soutenance de la thèse de M. E. Cahen sur la fonction $\zeta(s)$, à laquelle je venais d'assister ; mais je ne me rends point compte de la manière dont sont intervenus les deux plateaux de l'électromètre.

Michel Petrovich (Belgrade).

XLII. — 2447. — Il m'arrive quelquefois de m'exercer en rêve sur des sujets mathématiques, dont je suis, semble-t-il, tout enchanté sur le moment, mais dont je ne parviens pas à avoir quelque souvenir précis une fois éveillé.

Cyp. Stephanos (Athènes).

XLIII. — 2447. — J'ai bien souvent rêvé mathématiques, mais je ne me rappelle pas avoir jamais fait un raisonnement ou trouvé un résultat nouveau. De tels rêves se présentent généralement lorsque je me suis occupé assidûment pendant quelques jours d'une question de mathématiques; alors il me semble poursuivre mon étude en dormant; mais je ne crois être jamais parvenu à rien de déterminé : ce sont seulement de vagues souvenirs. Au contraire, il m'est arrivé il y a déjà bien longtemps, d'expliquer une charade en dormant; j'y avais beaucoup pensé le soir sans y réussir, et le matin, je me suis réveillé avec le mot aux lèvres.

2446. — Il est certain qu'il y a des moments où nous trouvons aisé ce qui autrefois nous avait semblé bien difficile ; mais ce n'est pas là un phénomène particulier aux mathématiques. Il arrive aussi quelquefois de travailler longuement et sans résultat à une question, qui, reprise ensuite à quelques semaines d'intervalle, trouve sans difficulté sa résolution.

G. Vivanti (Salerne, Italie), 22 ans de math.

XLIV. — 2447. — 1° Fréquemment, 30 à 40 fois en 20 ans. 3° J'ai rêvé deux ou trois fois que je passais un examen ; j'ai revu exactement, je crois, quelquefois, des formules très simples et bien connues (influence de la mémoire). 2° et 4° J'ai rêvé que je raisonnais sur des sujets nouveaux ; je ne me suis jamais, au réveil, rappelé mes raisonnements, mais je suis convaincu qu'ils étaient fantaisistes. En effet, quand j'opérais sur des symboles écrits, ces symboles étaient tout à fait fugitifs. Quand je voulais revoir une équation précédente, je la trouvais changée et ne la reconnaissais plus. Presque toujours, c'est en vain que je cherchais à ressaisir comme au vol ces fantômes d'équations. Quelquefois je croyais y arriver, je me dépêchais alors, je faisais des éliminations compliquées avec une vertigineuse rapidité ; satisfait du résultat et croyant fermement que je ne dormais pas, je faisais effort pour concentrer mon attention. Cet effort aboutissait *brusquement* au réveil, et, pendant le saut dans la réalité, tout disparaissait. Je n'y perdais sûrement rien, car la rapidité de mes calculs ne pouvait mener qu'à des absurdités (1).

Certains rêves se produisaient surtout quand j'avais pendant plusieurs jours, réfléchi avec plus d'insistance que d'habitude à un sujet qui m'intéressait particulièrement, l'itération, et, principalement la signification du symbole itératif fractionnaire (analogue à l'identité

(1) Comp. VI, B.

$a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m}$) que j'ai longtemps cherchée. Un matin j'ai atteint le but; mais il suffisait là de réflexion pure, sans qu'aucun symbole fût nécessaire, et j'étais certainement éveillé. Pour fixer l'idée dans mon esprit, je m'éveillai complètement, et cette fois, comme dans plusieurs autres cas semblables, le réveil fut progressif : je n'eus pas cette sensation de saut à laquelle je faisais allusion tout à l'heure. Je crois, du reste, que ces raisonnements avaient suivi un premier réveil, et il me paraît très probable que le quasi-sommeil pendant lequel ils se produisaient provenait d'une attention soutenue rendant sourd aux bruits du dehors et de l'absence de tout effort musculaire (nécessaire quand on est assis et qu'on écrit). Dans cet état, j'étais calme et n'éprouvais en rien cette vague inquiétude qui accompagne la plupart des rêves.

En résumé, je suis tellement convaincu de l'inanité des raisonnements mathématiques du rêve que, du moins en ce qui me concerne, je considère que *faire un raisonnement exact constitue un criterium de l'état de veille*. Si un raisonnement est exact de forme pendant l'état de calme et d'insensibilité aux bruits extérieurs qui peut suivre un premier réveil, le retour à la réalité complète, nécessaire pour fixer l'idée, a lieu progressivement, et l'effort est identique à celui qu'on fait à l'état de veille pour envisager avec plus de sûreté une vérité qu'on vient d'entrevoir.

Je n'ai pas eu de rêves sur des applications concrètes des mathématiques.

2446. — Oui, il y a des moments où l'on se sent en veine. Je ne crois pas que cela provienne d'une disposition particulièrement favorable de l'esprit provoquée par le *démon des mathématiques*, mais de ce que, ayant considéré le problème sous plusieurs faces, on se familiarise avec lui ; on trouve une voie nouvelle qui paraît conduire à la solution. Souvent d'ailleurs l'espoir est déçu....

E.-M. Lémeray. 20 ans de math.

XLV. — 2447. — 1° Jamais je n'ai rêvé de mathématiques, ... mais sans doute pour cette bonne raison que je ne rêve presque jamais depuis dix à onze ans, et qu'autrefois, de l'âge de 14 à 15 ans à celui de 25, je ne rêvais que très rarement.

Je crois qu'il est important, au point de vue de la comparaison des données de votre enquête, de tenir compte du tempérament *dormeur* du sujet. Alors, veuillez bien me classer parmi les *lourd-dormeurs* et les *long-dormeurs* pour l'époque actuelle, et, pour l'ancienne, m'interpoler entre la même classe et la moyenne.

Autre remarque : les mathématiques me tiennent quelquefois éveillé et le feraient beaucoup plus, si je n'y mettais bon ordre au coucher. Cette condition n'est évidemment pas favorable non plus au rêve mathématique. — A signaler ainsi quelques nuits isolées passées blanches, chacune dans une période d'inspiration et de travail facile ; en pareil cas, je travaillais de tête assez facilement, mais couché et dans l'obscurité. 2°, 3°, 4° Néant.

2447 et 2446. — Ce qui suit se rapporte aussi bien à 2446 ; mais comme il concerne l'état d'esprit *au réveil*, je le rattache à la question du rêve qui concerne le même état d'esprit pour le *souvenir* de ce rêve.

Les deux observations se rapportent à la 1re période de ma vie mathématique (de 14 à 25 ans en études suivies, la seconde période ne comprenant que des études d'amateur), et sont même antérieures, autant qu'il me souvienne, à mes 20 ans.

1re Observation. — M'étant couché un soir dans une chambre nouvelle, et m'étant ensuite réveillé *au petit jour*, j'ai cru apercevoir, dans la faible lueur, ma nouvelle fenêtre à la même distance où était l'ancienne. Mais la conscience de ma situation dans un nouveau local m'étant revenue, j'ai vu la fenêtre *reculer immédiatement, mais continûment* à sa vraie place d'où elle n'a plus bougé.

2e Observation. — Placé en mon lit à environ $0^m,40$ du mur recouvert d'un papier à dessin géométrique régulier (dessin à octogones de $0^m,08$ à $0^m,10$ de diamètre) je me suis réveillé *en plein jour*, et j'ai cru voir le même papier éloigné à environ $0^m,60$ de mes yeux. La vision s'est maintenue telle pendant quelques secondes, puis elle est devenue normale.

Mais le même phénomène s'est renouvelé une autre fois, et alors, n'ayant pas bougé, j'ai pu le provoquer *volontairement*, non en louchant, mais en faisant converger les regards plus loin que naturellement.

Ces deux observations m'ont toujours paru absolument significatives. Il en résulte que la vision binoculaire de la troisième dimension de l'espace, ou la localisation des objets à distance de nos yeux, est un fait d'éducation des sens (ou plutôt du cerveau), et non une faculté primordiale. Cette localisation des images en profondeur résulte d'une association d'idées (ou de sensations) inconsciente, parce qu'elle est devenue non pas *habituelle*, mais *permanente* : c'est *l'état normal de l'esprit*. Il ne peut être modifié que dans des circonstances exceptionnelles, soit involontairement, soit volontairement, comme dans les deux observations citées.

On peut pousser plus loin l'analyse mathématique de ces deux observations psychologiques. La vision de la distance résulte des deux images stéréoscopiques produites sur les rétines. Dans la première observation, faite au petit jour, ces deux images étaient floues, donc « *flouement* » superposables à des distances variables, dont *deux* ont concordé, l'une avec l'état d'esprit anormal du réveil, l'autre avec l'état d'esprit normal. Dans la deuxième observation, les deux images stéréoscopiques (figures régulières à double infinité de centres) étaient superposables de deux manières correspondant à deux distances différentes, mais, dans l'une, c'était les images de *deux octogones voisins* qui se superposaient.

Illusion d'optique. — Pour terminer je citerai une illusion d'optique qui repose sur la même interprétation de la vision binoculaire. Mais celle-là est à la portée de tous, quoiqu'elle nous fasse voir à une place bien déterminée un objet qui n'existe pas.

Regardons une bicyclette qui roule ou dont on fait tourner une roue, et pour plus de simplicité, supposons les rayons normaux. Alors, si les rayons sont d'une couleur différente avec le fond sur lequel ils se projettent, on aperçoit dans la roue des *cercles fixes* (par rapport à la bicyclette, pour un faible déplacement de celle-ci) de la couleur des rayons de la roue, qui passent tous par les extrémités du moyeu et sont situés dans le même plan.

A l'examen, on se rend compte que, pour chaque œil, le rayon visuel passant par le point d'intersection apparente de deux rayons d'espèces différentes de la roue, engendre un cône du second degré. D'où deux cônes dont les sommets sont les yeux, et dont une courbe d'intersection commune est un des cercles en question au voisinage même de la roue.

Mais pourquoi ne voit-on pas l'autre courbe d'intersection ? Parce que à chacun de ses points ne correspondent pas deux rayons visuels en rapport avec la convergence des regards et avec l'accommodation des yeux. En effet, c'est une hyperbole dont une branche est derrière la tête et dont l'autre s'étend de son sommet près des yeux à l'infini en avant d'eux.

Au contraire, l'autre courbe, le cercle, est très visible, parce qu'il est au voisinage de la roue, passe même à travers ses rayons, et que les regards convergent vers cette roue, comme les yeux sont accommodés pour elle.

Nous avons donc bien encore ici une interprétation raisonnée, mais fausse, de la vision stéréoscopique. Dans ce troisième cas, il paraît impossible de rectifier, comme dans les deux autres, l'illusion due à

cette habitude de l'esprit de localiser sa double impression visuelle.

Pour préciser complètement notre analyse de cette illusion d'optique, il faut d'ailleurs invoquer encore le fait de la durée des impressions lumineuses sur la rétine. Car les deux rayons visuels correspondant à un même instant absolu ne se coupent pas, ils se croisent seulement *très près* l'un de l'autre, au voisinage de la roue. Mais la rotation de celle-ci leur substitue deux étroits secteurs des deux surfaces coniques, lesquels secteurs se coupent en partie.

HOFFBAUER, 22 ans de math.

XLVI. — 2447. — Je n'ai, je crois, jamais rêvé des mathématiques, ou, tout au moins, c'étaient des choses trop vagues pour que j'en aie conservé souvenir.

2446. — Il est m'arrivé de sentir que j'allais trouver, et mes prévisions à ce sujet se vérifiaient, mais je pense que la trouvaille était déjà faite inconsciemment en quelque sorte, et qu'elle apparaissait à ce moment, pour moi, parce que je commençais à débrouiller nettement ce qui était au fond d'un ensemble de réflexions encore mal coordonnées ou d'un travail inconscient de la pensée.

Professionnel bis, 31 ans de math.

XLVII. — 2447. — J'ai rêvé plusieurs fois que j'expliquais des mathématiques; mais, d'après mes souvenirs un peu confus, je me rappelle que c'est une seule fois que j'ai trouvé, en m'éveillant, que mes raisonnements étaient justes. Je crois me souvenir que cela m'a surpris beaucoup, car, presque toujours, en rêvant, mes raisonnements étaient embrouillés.

D'ailleurs mes rêves sont bien plus raisonnables et agréables en hiver qu'en été.

J'ai rêvé aussi plusieurs fois de choses se rapportant aux mathématiques, de visites à des mathématiciens par exemple...

Dr VENTURA REYER PROSPER (Tolède), 23 ans de math.

XLVIII. — 2447. — En principe depuis longtemps je ne rêve plus, ou peu. Et cependant, occupé par mon commerce toute la journée jusqu'à 5 heures, je fais des mathématiques (théorie des nombres) de 5 heures à 11 heures du soir, et souvent, avant de m'endormir, je cherche une solution d'une question que je viens d'étudier.

A l'état de demi-sommeil, j'ai quelquefois trouvé une solution exacte, mais je ne puis l'attribuer qu'à la concentration de mes idées,

n'étant pas distrait par les objets qui m'entouraient ; et j'use de ce moyen assez souvent pour trouver un raisonnement précis sur une question donnée, partant de l'induction pour arriver à une solution arithmétique [1].

G. Picou.

XLIX. — 2447. — 1° Souvent. 2° Souvent. 3° et 4° Ces rêves concernaient soit de nouveaux raisonnements importants pour mes recherches originales, soit la solution de questions posées par d'autres. Les sujets des rêves étaient relatifs à toutes les branches des mathématiques pures. Dans presque tous les cas, les raisonnements et les solutions étaient faux ; mais ils m'aidaient à en trouver de vrais.

Ordinairement, parmi ces rêves, il y en avait dont je ne me souvenais pas au réveil. Ces rêves se produisaient généralement après un travail ardent dans la journée.

(D'après l'anglais, E. M) .T. Hayashi (Tokyo, Japon), 10 ans de math.

L. — 2447. — Je distingue quatre états : *rêve*, *rêve atténué*, *conscience atténuée*, *pleine conscience*, qui ne présentent entre eux que des différences de degré et non de nature, car il semble que dans tous la volonté agit plus ou moins confusément. Il suffit pour s'en convaincre de remarquer que beaucoup d'hommes s'éveillent d'un profond sommeil exactement à l'heure qu'ils se sont fixée. Cela nécessite, m'apparaît-il, l'intervention d'une volonté latente.

Il me souvient, très vaguement (le fait remonte à plus de dix ans et je n'en ai pas pris note) avoir eu dans le premier état la perception d'une méthode élémentaire permettant de démontrer que des formules de récurrence trouvées depuis longtemps à l'état de veille donnaient bien toutes les solutions en nombre entiers de l'équation $mx^2 + nx + p = y^2$. Ce que je puis affirmer, c'est qu'à 32 ans environ il m'est arrivé fréquemment, dans le troisième état, soit un peu avant le réveil complet, soit après un réveil momentané suivi d'un léger assoupissement, de résoudre un assez grand nombre de questions étudiées au préalable sans résultats *apparents*. Il s'agissait d'ailleurs le plus souvent de problèmes relatifs à l'analyse indéterminée.

Ces constatations peuvent s'expliquer de la façon suivante (théorie toute personnelle). Les pensées sont le produit des actions vibratoires des cellules, qui tracent au moyen de leurs pointes des sillons. Lorsque,

---

(1) Mon beau-frère me dit que souvent, en rêve, il a trouvé la solution, ou, du moins, le point délicat d'une question de mécanique lorsqu'il était constructeur de machines outils, et qu'il s'en souvenait très bien le matin.

G. Picou.

par suite de circonstances particulières, les dites pointes viennent à rencontrer un sillon ancien, elles ont d'autant plus de tendances à le suivre qu'il est mieux conservé ou plus profond. Dans les deux premiers états (rêve et rêve atténué) la volonté n'agissait que d'une façon très confuse, les sillons sont suivis sans ordre logique suivant leur plus ou moins grande profondeur, et presque au hasard. Au contraire, dès que la volonté intervient d'une façon sensible, bien qu'encore obscure (conscience atténuée), elle dirige la marche des pointes en leur faisant suivre les sillons de même nature, et cela d'une façon d'autant plus parfaite que les phénomènes du monde extérieur, imperçus ou mal perçus, ne viennent point perturber ce travail cellulaire...

P. F. Teilhet.

LI. — 2447. — Voici un rêve que j'ai eu tout juste cette nuit. Toute la journée d'hier je me suis occupé de mathématiques beaucoup plus qu'habituellement ; j'ai eu à écrire un compte rendu sur un travail ayant pour objet la comparaison de la théorie des clefs algébriques de Cauchy avec l'ouvrage de Grassmann : *Ausdehnungslehre* de 1862. J'ai lu une dizaine de pages de cet ouvrage et j'en ai feuilleté beaucoup : donc, c'était la géométrie qui m'intéressait le soir. Vers le matin j'ai eu un rêve bien clair où j'ai feuilleté un ouvrage de géométrie avec les figures des courbes. Cela m'a paru durer longtemps, mais, comme toujours, c'est seulement le dernier moment du rêve qui m'est resté clairement dans la mémoire. J'ai vu distinctement une courbe de la forme 1

provenant d'une autre qui avait la forme ou 2 ou 3 (je ne me rappelle pas). Je me suis éveillé sur cette question : comment faut-il changer la forme de l'équation de 2 (ou 3) pour avoir l'équation de la courbe 1 ? C'est la question du calcul des variations $\delta f = \varphi$. Je me suis dit et j'ai vu clairement ce signe δf.

Voilà tout ce que je me rappelle. Je me permets de vous décrire cela plus en détail, parce que, dans tous les autres rêves (il me semble que j'ai bien souvent rêvé mathématiques), c'était plus souvent les choses anciennes qui intervenaient ; ici c'était une question tout à fait neuve (Mais juste hier j'ai pensé un instant aux formes des courbes du 3e degré).

Quelques détails psychologiques sur le rêve : quand ma tête est fatiguée, je ne rêve pas ou je ne me ressouviens pas de mes rêves. Pour avoir un rêve comme celui que j'ai décrit, un rêve clair et qui a un sens, il faut que la tête ne soit ni fatiguée, ni surexcitée.

Si la tête est surexcitée, alors je rêve la continuation de ce dont je me suis occupé le soir, et je rêve tout de suite.

A. Vassilief (Kasan, Russie), 30 ans de math.

LII. — (Extrait). — J'ai eu plusieurs fois la faculté pendant le sommeil d'avoir conscience que je rêvais, et même de pouvoir, dans des cas plus rares, profiter de cette circonstance pour orienter mon rêve à mon gré ; mais cela ne réussissait pas toujours. Voici un cas où les mathématiques, que je n'avais pas du tout prises pour objectif, sont venues se mettre à la traverse. Je m'étais proposé autrefois, à la première occasion où je me trouverais dans les conditions du rêve conscient, d'en profiter pour faire en imagination un voyage en Amérique. L'occasion venue, je me suis souvenu de ce projet, et je me disposai à me transporter dans le nouveau monde, pensant que, puisque je rêvais, rien ne serait plus facile. Erreur ! Pour faire le voyage, il me fallait d'abord résoudre un problème d'algèbre qui me parut très compliqué. Je me voyais donc couvrant un tableau de lettres ou de chiffres avec la craie, sans pouvoir aboutir à la solution nécessaire pour l'exécution du voyage. La conséquence est que je n'ai jamais vu l'Amérique. Quel était ce problème ardu ? Je crois bien qu'il lui manquait une chose assez essentielle : l'énoncé. Je pouvais avoir alors 14 ans...

Je ne me souviens pas d'avoir jamais pris les recherches mathématiques comme objectif d'un rêve conscient...

(Ici l'indication de rêves où il était question d'examens à passer ou faire passer...)

En résumé, quoique les mathématiques aient souvent, soit directement, soit indirectement, exercé leur influence sur mes rêves, je n'ai aucun souvenir d'avoir fait en rêve un raisonnement mathématique quelconque, juste ou faux ; tout au plus de soi-disant raisonnements absolument fantaisistes ; et encore, je n'en suis pas sûr.

Professionnel ter, 50 ans de math.

LIII. — 2447. — Étant élève de mathématiques élémentaires au lycée de Bourg, âgé de 16 ans, j'avais à mettre en équation un problème du second degré dont l'énoncé, très obscur, rendait cette mise en équation difficile ; j'y pensai le soir pendant une heure et demie

environ et ne trouvai rien de bon ; le matin, en me levant, je me précipitai à ma table de travail et écrivis immédiatement et sans aucune réflexion les deux équations du second degré à 2 inconnues qui formaient la solution exacte du problème.

2446. — Oui.

M. Weill. 35 ans de math.

LIV. — 2447. — J'ai eu très souvent des rêves où intervenaient les mathématiques, mais ces rêves étaient à la Science du Nombre ce que sont les rêves ordinaires à la vie réelle. Ils étaient en général diffus et incohérents ; tantôt je me voyais travaillant à ma table, tantôt discutant avec quelqu'un, tantôt donnant des explications devant un tableau ; je voyais des formules et des figures géométriques ou plutôt des choses qu'un ignorant prendrait pour telles ; pour le mathématicien c'est absolument dénué de sens. *Jamais*, et je crois que ceci est l'essentiel dans la question posée, *je n'ai fait un rêve utile à mes recherches.*

Voici maintenant l'étude de deux rêves...

Rêve de déplacement à travers l'espace conformément aux lois de la mécanique. — Je rêve très souvent que je me déplace à travers l'espace à trois dimensions : je n'ai plus de poids ; mon corps ne me semble soutenu particulièrement en aucun point ; c'est comme si toutes ses molécules étaient soustraites à l'action de la pesanteur. Je distingue deux choses dans ce déplacement :

1° *Le mouvement du centre de gravité de mon corps.* — Il me semble réglé par une force mystérieuse car il n'est ni rectiligne ni uniforme, quoique je décrive des courbes à grands rayons. Ce mouvement ne me semble dépendre en rien de ma volonté. Si je désire aller vers quelque objet vu dans le même rêve, mon désir n'est pas satisfait en général. Si le mouvement n'est pas uniforme sa vitesse ne dépasse pourtant jamais une faible limite (quelques décimètres par seconde).

2° *Le mouvement de mon corps autour du centre de gravité.* — Je n'en suis encore maître en rien, seulement cette fois ça n'est pas mystérieux et tout se passe conformément aux lois de la mécanique. N'ayant à ma disposition que des forces intérieures, je ne puis tourner sur moi-même que par d'ingénieuses variations de moments d'inertie. Je me vois souvent dans mon rêve user de ce procédé pour tenter d'accrocher quelque objet dont mon centre de gravité ne peut s'approcher suffisamment. Or, dans mon rêve, *j'ai toujours pleine conscience des lois*

de la mécanique auxquelles je viens de faire allusion *et ces lois sont exactes.*

Rêves divinatoires. — Ceci est plus bizarre encore. Il m'est arrivé de voir en rêve une page d'ouvrage mathématique. Mon rêve ne consistait pas à l'étudier d'une façon précise ; j'en gardais une mémoire visuelle, voilà tout. Seulement la vue de cette page n'était pas une réminiscence; il m'a toujours semblé certain que je ne l'avais pas vue avant le rêve, et c'était là une bonne raison pour que je n'y fasse pas attention une fois éveillé. S'étonne-t-on des nouveautés qui apparaissent en rêve? Quelque temps après un tel rêve, et à l'état de veille, il m'arrivait d'acheter un livre nouveau que je n'avais jamais eu, et que je croyais bon d'étudier ou encore de recevoir un tirage à part d'un auteur qui me connaissait... Je me mettais à feuilleter... L'une des pages... me rappelait la physionomie exacte de celle vue en rêve quelque temps auparavant... (1)

A Buhl, 10 ans?

LV. — 2447. — Le plus fréquent de mes rêves mathématiques consistait à me croire revenu à ma vingtième année et à me voir passant les examens d'entrée de l'École Polytechnique. J'ai eu parfaitement conscience que je répondais aux questions posées, des questions du cours de mathématiques spéciales, et faisais tous les calculs et toutes les figures nécessaires. Mais, invariablement, on me posait dans ce rêve une question absurde, à moitié mathématique, mais grotesque...

J'ai souvent aussi cherché dans le rêve des solutions rebelles ou, tout à coup, imaginé une recherche nouvelle. Tout récemment encore, et ce dernier souvenir est très précis, il s'agissait dans un rêve des transversales réciproques, et j'étais tellement émerveillé des résultats... que, ayant conscience de mon état de sommeil, je me donnais l'ordre de me rappeler au réveil les choses entrevues...

Réveillé, je me suis souvenu de cet ordre, mais la mémoire des faits était trop vague. Je crois... que je faisais des pétitions de principe et des erreurs prodigieuses... Je me suis posé en rêve des problèmes qui n'avaient rien d'absurde, mais, autant que ma mémoire me permet de l'affirmer, ils visaient des faits mathématiques très simples.....

Voici un rêve que j'ai fait cette nuit même, et que, exceptionnellement, j'ai recueilli avec une très grande exactitude.

Je prenais un cercle et une droite Δ *tangente* au cercle. Ayant choisi deux points P, Q sur Δ, quelconques, je prenais les polaires de ces points, et j'appelais P′, Q′ les points où elles rencontraient Δ.

(1) A ce propos M. Buhl dit quelques mots de la *paramnésie* ou *fausse mémoire*.

Puis je demandais de démontrer que deux certaines longueurs étaient égales.

Ainsi, je ne m'apercevais pas que les deux points P', Q' se confondaient avec le point où Δ touchait le cercle.

Puis, je faisais le calcul, et, là encore, vous allez voir le mélange d'exactitudes et d'erreurs que je voulais vous signaler.

J'introduisais les coordonnées x_1, y_1, du point P, et je prenais l'équation de la polaire sous la forme inexacte

$$(1) \qquad (x - x_1)f'_{x1} + (y - y_1)f'_{y1} = 0,$$

parce que, me disais-je, *elle est la même que celle de la tangente.* — Vous observez là ce mélange singulier qui semble prouver que la mémoire agit encore dans le sommeil, mais non la réflexion. La mémoire vous rappelle que l'équation de la polaire est la même que celle de la tangente, mais la réflexion n'agit pas pour vous montrer que cette observation ne s'applique qu'à la forme

$$xf'_{x_1} + yf'_{y_1} + zf'_{z_1} = 0,$$

et non à celle que je voulais employer. — Et je continuais mon calcul en écrivant (1) sous la forme

$$\frac{x - x_1}{f'_{y1}} = \frac{y - y_1}{-f'_{x1}}$$

parce que, me disais-je, en faisant la somme des carrés des numérateurs, je mettrai en évidence la quantité

$$\sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2},$$

qui est l'une des longueurs considérées. J'introduisais de même la seconde longueur, et je concluais qu'en écrivant que Δ touche le cercle j'aurais la relation démandée. G. DE LONGCHAMPS.

LVI. — 2447. — ..... Je ne me rappelle pas jamais avoir rêvé sur des sujets scientifiques ; mes rêves me semblent n'avoir porté que sur des choses incohérentes, quelquefois impossibles, comme le vol dans les airs...

Dans ces rêves... quelque chose d'indéfinissable me disait néanmoins que *tout cela n'avait rien de sérieux* ; cette observation, que j'ai pu faire bien des fois, me paraît intéressante. — Tout ce que j'ai rêvé relativement à notre profession est que j'avais à répondre à des examinateurs par exemple, ou bien que j'avais à professer, à parler en public... et que quelque empêchement matériel comme le collage de mes livres, l'impossibilité de faire sortir un son de mon gosier,... me rendait muet...

Professionnel quater.

LVII. — 2447. — 1° Très souvent. 2° Fréquemment, en apparence; mais, presque toujours, le réveil me montrait que mes raisonnements étaient illusoires. 3° Il s'agissait presque toujours de questions dont je poursuivais la solution à l'état de veille. 4° La distinction est généralement très difficile à établir; mais, le plus souvent, il est certain que le réveil dissipe un nuage, et l'on s'aperçoit que ce qui apparaissait comme solide et merveilleux dans le rêve s'évanouit et se dissipe comme une fumée. Quelquefois pourtant il en reste quelque chose.

Je puis, en ce qui me concerne, signaler un fait, un seul, très positif et qui est intéressant au point de vue psychologique. En 1866, je cherchais à résoudre une question de Géométrie des *Nouvelles Annales* (n° 673); bien qu'elle fût très facile, je n'y parvenais pas; j'avais du reste peu de temps alors à donner aux travaux mathématiques, et depuis une quinzaine de jours, mon esprit en était obsédé. Une nuit, en rêve, j'eus la perception très nette d'une solution; me réveillant juste à temps, l'impression du rêve me resta précise; pour m'assurer que je n'étais pas dupe d'une illusion, comme je l'avais été tant de fois, je courus à ma table de travail, et, vérification faite, je pus m'assurer que la solution était bien exacte. Je la rédigeai, et elle a été insérée dans les *Nouvelles Annales* en 1867 (p. 124).

Je répète que le problème en question n'a aucun intérêt mathématique particulier, mais que la solution offre ce caractère curieux qu'elle a été due exclusivement au rêve; rêve succédant, bien entendu, à des recherches poursuivies pendant la veille, mais restées infructueuses.

C. A. Laisant, 45 ans de math.

LVIII. — 2447. — 1° Deux fois seulement. Il est probable que cela m'est arrivé plus souvent, mais fort vaguement.

2° Non. 3° et 4° Le rêve était borné aux facultés à peu près machinales. La première fois (30 ans), je distinguai vaguement qu'il était question de symboles algébriques. La deuxième fois (36 ans), j'ai revu nettement une page de mathématiques, probablement une page qui était restée plusieurs jours de suite en évidence sur ma table de travail. J'ai reconnu qu'il s'agissait de mathématiques. J'ai, je crois, revu une ou deux formules auxquelles j'avais prêté attention sans d'ailleurs chercher à comprendre le sens de la page. C'était une page que je n'avais pas lue.

Il m'est arrivé d'autres fois de me réveiller à moitié et de penser aux mathématiques, me sentant particulièrement disposé pour trouver; mais la volonté ou l'attention intervenait alors consciemment, et je me réveillais tout à fait.

2446. — Oui, il y a des moments où je me sens particulièrement en veine.

Remarque. — Depuis la rédaction de ces lignes vers octobre 1902, j'ai fait plusieurs rêves où les mathématiques intervenaient ; dans l'un je voyais deux multiplications arithmétiques écrites sur un tableau noir, dans un autre je faisais passer des examens, dans un autre un énoncé sur la théorie des substitions intervenait au milieu d'autres choses : aucun rêve n'était sérieux.

E. Maillet, 22 ans de math.

Voici encore quelques réponses plus spécialement relatives à la question 2446.

LIX. — M. Boussinesq a remarqué qu'après avoir étudié une question la veille, ou depuis deux à trois jours, le matin, ses idées à son sujet étaient beaucoup plus nettes. Ce n'était pas à la suite de rêves, mais vraisemblablement à cause du travail inconscient qui s'était opéré pendant la nuit.

LX. — ... Il m'est arrivé souvent, surtout étant jeune,... de trouver en me réveillant et presque sans effort la solution d'une difficulté devant laquelle j'avais dû m'arrêter la veille. Aussi me suis-je demandé bien des fois si notre cerveau pendant le sommeil, ou même à l'état de veille, ne serait pas capable d'exécuter, sans que nous en ayons conscience, certaines opérations de calcul ou de raisonnement dont l'enchaînement logique, ou quelquefois seulement le résultat, nous deviendrait à un certain moment perceptible. Ne serait-ce pas là l'origine et l'explication de ce que l'on appelle l'inspiration ?...

Nous avons tous, il me semble du moins, à un degré plus ou moins accentué, *la faculté de voir et de faire les calculs ou les figures de tête* (1)... Pour ma part, qu'il s'agisse de géométrie et même de calcul, il m'est arrivé souvent de parvenir au résultat que je cherchais sans le secours matériel du papier et du crayon ou de la plume, fréquemment même en me promenant au grand air, comme si un surcroît d'activité de la circulation favorisait les opérations du cerveau...

Fouret, 42 ans de math.

(1) M. Mathias a eu quelquefois des insomnies où il suit par la pensée des calculs algébriques et des constructions géométriques dans l'espace avec quelque facilité.

Pour ma part j'ai fait de tête une partie des calculs numériques ou des raisonnements du chapitre II de ma thèse de Doctorat en me promenant.

Je suppose que beaucoup sont capables de faire des calculs de tête : il y a peu de personnes qui n'aient fait ainsi au moins des calculs numériques simples.

E. M.

LXI. — ... Peut-être plus que la majorité des professionnels, j'ai l'habitude de raisonner de tête et de calculer de tête (au contraire, je ne vois pas les figures, et ne puis faire de la géométrie de cette façon) [1]. C'est même la plupart du temps la nuit, avant de m'endormir, que je réfléchis aux questions mathématiques, mes occupations de la journée ne me laissant pas assez de temps. Je mène la chose au lit, jusqu'à ce que j'aie trouvé la solution, qu'il ne me restera plus qu'à rédiger, ou au moins une méthode qui soit de nature à faire aboutir la question, une fois la plume à la main.

Maintenant il m'arrive très souvent dans cet état de demi-sommeil, de faire de faux raisonnements et de m'endormir avec la conviction que j'ai trouvé la pie au nid. Or j'éprouve assez souvent comme vous, le sentiment de *l'inspiration* ou ce que vous appelez ainsi, lorsqu'une idée neuve, le trait de lumière se produit. Mais je n'ai jamais vu de différence entre ce sentiment, lorsque l'inspiration était bonne, ou lorsqu'elle ne l'était point.

J'ajoute qu'assez souvent aussi au réveil, soit après avoir cru trouver une solution avant de m'endormir, soit après m'être endormi de fait sans rien trouver, il m'est arrivé immédiatement en reprenant la question, de reconnaître mon erreur et de trouver la solution juste, sans aucun sentiment d'inspiration.

Si bien que je me représenterais la chose ainsi. La découverte de la solution exige une certaine adaptation de nos cellules cérébrales et de leurs appendices. Cette adaptation, nous cherchons le plus souvent à l'obtenir par des efforts d'attention; si elle survient au cours du travail intellectuel, si l'introduction d'une idée neuve la produit, la détente d'attention qui se fait alors, concorde avec un sentiment de plaisir particulier et de joie intérieure ; c'est ce que nous nommons l'inspiration, et elle nous semble jouer un rôle d'autant plus important que nous avons inutilement auparavant concentré nos efforts sur le sujet en essayant sans succès telle ou telle voie.

Si au contraire par hasard (ou parce que nous connaissons plus profondément le sujet), nous tombons du premier coup sur la bonne voie, le même phénomène n'a pas lieu.

---

[1] D'après moi, on ne peut tirer argument de ce fait ou des autres observations de même nature pour appliquer sans réserves aux mathématiciens, *au moins aux professionnels*, la classification de M. Saint-Paul relative *au langage intérieur*. En le faisant, on les distinguerait beaucoup plutôt d'après les habitudes que d'après les aptitudes personnelles, ce qui n'empêcherait pas le travail d'être très intéressant. C'est une confusion que l'on fait fréquemment, en particulier à propos de l'hérédité psychologique. Une habitude, par exemple celle d'être droitier et non gaucher, se transmet souvent par l'éducation de la famille, et peut donner l'illusion d'une aptitude. Je n'insiste pas ici.

Enfin il me paraît incontestable que si l'on a pensé fortement à une question avant de s'endormir, il y a un travail inconscient qui se continue et qui peut produire l'adaptation, en sorte que la solution apparaîtra immédiatement au réveil, semblant dès lors surgir comme inspirée.

Ce travail d'adaptation inconscient auquel je crois fermement (je l'ai observé d'ailleurs sur moi non seulement pour les mathématiques, mais pour d'autres sujets, et au fond, c'est le dicton populaire : la nuit porte conseil) n'a d'ailleurs, à mon avis, rien à faire absolument avec la question des rêves. Ceux-ci, au contraire, dépendent d'impressions sensoriales, et si quelques-unes de ces impressions dépendent à leur tour de l'idéation (comme quand on rêve à un événement auquel on a pensé le jour précédent), c'est par un mécanisme qui joue dans une sphère tout autre que celle de l'intelligence.

Professionnel V, 42 ans.

LXII. — Il me semble que la question 2446 peut être interprétée de plusieurs manières. Il y a un sentiment de joie dans la découverte, qui me paraît dû à ce que toutes les facultés entrent en jeu en même temps; mais c'est difficile à analyser.

E. Borel, 18 ans de math.

Enfin quelques renseignements nous ont été adressés au sujet des questions 2446 et 2447 :

LXIII. — ... Paracelse, Cardan, Newton, Laplace [1] ont résolu, *en dormant*, des problèmes de mathématiques ; Cardan a même enfanté en songe un de ses ouvrages. J.-B. Biot a, plusieurs fois, travaillé utilement en rêvant ; Avicenne et Maignan ont trouvé en rêve des solutions longuement et inutilement cherchées ; Condorcet passait plusieurs heures à un calcul difficile qu'il était obligé de laisser inachevé pour aller se coucher ; à plusieurs reprises, ce calcul s'est trouvé terminé de lui-même pendant un rêve...

Dr Paul Farez.

LXIV. — Après avoir pensé à une question relativement élémentaire au point de vue mathématique, en vue d'une question de physique d'une certaine importance, question dont il cherchait la solution avec ardeur, puis s'être endormi, un *anonyme* en a rêvé ; il en a entrevu la solution en rêve et, immédiatement le réveil s'est produit.

---

[1] Même renseignement pour Laplace de M. *L. Bacom.*

Il a pu poursuivre le raisonnement éveillé et trouver effectivement la solution.

Le même anonyme répond oui à la question 2446. Il a 22 ans de mathématiques.

LXV. — 2446. — Le physicien belge Joseph Plateau avait une puissance de calcul mental et d'imagination géométrique comparable à celle d'Euler. C'est dans un état de cécité complète qu'il a composé durant quarante ans ses mémoires sur la capillarité et notamment imaginé *a priori* les formes géométriques compliquées que prendraient des lames minces liquides obtenues au moyen de charpentes polyédriques en fil de fer plongées dans un mélange de glycérine, d'eau et de savon.

H. Braid.

LXVI. — 2446. — Ne pouvant rester debout devant le tableau noir sans être pris de vertige, Weierstrass faisait exécuter les calculs par un de ses auditeurs qu'il se contentait de guider restant assis et fermant les yeux aux passages difficiles (1).

Le calculateur prodige Périclès Diamandi est un calculateur du type *visuel*.

L. Bacom.

III

Conclusions.

Je me contenterai ici de dégager quelques résultats essentiels de mon enquête.

(*a*) *Mathématiciens ayant trouvé en rêve* (2) *des solutions ou un commencement de solution :*

---

(1) Quand j'interroge sur les arrangements, permutations et combinaisons (établissement des formules fondamentales par le raisonnement pur sans qu'aucun arrangement par exemple soit effectivement écrit sur le tableau), j'ai remarqué que parfois, je suivais plus facilement en fermant les yeux. D'autres fois (si l'élève ou le candidat écrit les arrangements ou emploie suffisamment de notations symboliques), je préfère regarder.

E. M.

(2) Il est bien entendu que je ne m'attache guère ici qu'aux faits personnels mentionnés par mes correspondants ; je n'invoque les autres (par exemple LXIII) le cas échéant qu'à titre de vérification.

J'attribue partout au mot rêve le sens usuel : il ne s'agit que de rêves dont on a eu ensuite conscience à l'état de vieille. Je prends les témoignages que l'on m'a apportés tels quels, sans discuter si les phénomènes ont été bien interprétés.

Solutions : IV, VII, XXIV, LVII; commencements de solutions : X, XII, XX, XXVI, XL, XLIX, L, LXIV (voir aussi XXIII ? et LXIII).

Ainsi, parmi plus de 80 mathématiciens, 4 seulement ont eu, à leur connaissance, un rêve mathématique où ils ont trouvé effectivement une solution ; dans 3 il s'agissait de problèmes de géométrie relativement élémentaires, pour le 4me, la nature du sujet n'a pas été indiquée. Ces rêves se sont toujours produits dans la jeunesse, à peu près avant l'âge de 25 ou 30 ans.

Mais 8 autres réponses font mention de commencements de solutions survenues dans le rêve, ou d'idées utiles survenues par des rêves.

Il semblerait donc : 1° qu'il n'y a plus de solutions complètes obtenues en rêve à partir d'un certain âge (25 à 30 ans) ; qu'en tout cas, une pareille solution peut se rencontrer au plus une à deux fois dans la vie, et encore chez peu de mathématiciens; il s'agira de problèmes simples, plutôt de géométrie.

2° qu'un peu plus fréquemment des idées utiles dans toutes les parties des mathématiques peuvent survenir dans le rêve ; encore cela n'arrive-t-il pas consciemment à la majorité des mathématiciens (1).

3° que le raisonnement fonctionne rarement dans le rêve mathématique, ou ne fonctionne que par instants : la réponse LV est typique à cet égard (comp. encore rép. VI, XVII, LI, LVIII) ; même quand le rêve mathématique n'est pas nettement troublé par l'intervention des sens, deux idées ou phrases justes chacune de leur côté dans de certaines conditions se suivent, et, associées, donnent un ensemble inexact (comp. VI, A) : la mémoire et l'initiative fonctionnent encore dans les détails, pour chaque élément du problème examiné ; mais la puissance critique (Richet) ou le jugement (Max Nordau) qui, sous l'influence de la volonté, doit donner un lien logique à ces divers détails ou éléments, quitte à en écarter certains (comp. L) ne fonctionne plus. Ceux-ci ne forment plus un tout qui se grave dans l'esprit, et si l'on cherche à repasser ensuite en rêve ou même éveillé l'ensemble des idées que l'on vient d'avoir, on ne les retrouve plus (XLIV).

Ceci est d'ailleurs suffisamment d'accord avec les conclusions 1° et 2°. En effet, il résulte de diverses réponses (en particulier par exemple II, VI, XVII, XXXVIII, LI, LVIII) que les images des formules ou des figures peuvent être très nettes dans le rêve. On conçoit fort bien que, pour un problème de géométrie, où une ligne bien menée rendra, à

(1) Il faut tenir compte aussi du fait que ceux qui ont répondu à mon questionnaire peuvent ne pas bien se souvenir.

l'occasion, la solution évidente, le rêve puisse, grâce à un hasard heureux servi par une imagination vive, conduire au résultat. Pour un problème d'algèbre ou d'arithmétique, on voit encore que l'idée d'une transformation utile pourra se présenter; mais les calculs ne pourront guère être continués.

4° le *rêve professionnel* SÉRIEUX, c'est-à-dire par exemple le rêve d'un professeur ou d'un examinateur qui s'imagine faire une leçon ou faire passer un examen, et qui suit effectivement plus d'un instant les calculs ou les figures, sera fort rare. On peut voir, en effet, que les rêves professionnels sont assez fréquents; mais, presque toujours, les impressions des sens ou les questions de sentiment prédominent assez pour empêcher l'attention de se porter plus d'un moment sur les calculs ou les figures (IV, XI, XVIII, XXI, XXIX, XXXIV, XXXV, XXXIX, LII, LIV, LVI, LVIII). Peut-être cette nature de rêve peut-elle se présenter quelquefois, mais quand l'esprit est préoccupé spécialement de l'objet du rêve (XXV, XXXVIII).

5° enfin tous les rêves visés dans les quatre alinéas ci-dessus 1° à 4° paraissent avoir eu pour objets des questions étudiées depuis peu ou en cours d'étude.

b) Mathématiciens ayant trouvé de suite au réveil la solution (complète ou partielle) d'une question posée la veille ou antérieurement, ou y ayant eu une idée utile :

XIII, XVII, XVIII, XIX, XXII, XXVIII, XXXII, XXXIII, XLIV, LIII, LVIII, LIX, LX, LXI, LXIV (voir encore rép. LXIII).

Après les réponses ci-dessus et la réponse LXIII on peut affirmer que, au réveil, la faculté inventive ou l'inspiration peut parfois fonctionner facilement pour donner immédiatement la solution d'une question cherchée précédemment, ou, au moins, pour avancer cette solution. Mais il s'agit toujours de problèmes posés antérieurement.

Diverses explications de ce phénomène ont été indiquées par mes correspondants (XVII, XVIII, XXII, L, LX, LXI). La question me paraît en fait assez complexe.

Pour certains d'entre eux, des idées utiles à leurs travaux leur sont survenues instantanément au réveil (XIII ?, XVII, XIX, LIII, LXIII, LXIX, d'autres peut-être). Il est évident pour eux (c'est aussi en particulier le cas de Laplace (LXIII)) que quelque chose s'est passé pendant le sommeil ou le demi-sommeil. On peut admettre qu'il y a eu un travail inconscient de la pensée qui a mis au point la solution; la chose n'est pas invraisemblable, puisqu'il y a quelques exemples de rêves

mathématiques utiles. Or les perceptions des rêves peuvent être plus ou moins nettes; il arrive qu'elles sont très vagues; à la limite, on obtiendra le travail inconscient en question, ou quelque chose d'analogue (1), et si celui-ci n'est plus troublé, comme le rêve, par les impressions des sens ou les sentiments, il pourra même être assez fécond. Mais on peut sans doute aussi se contenter d'invoquer, au moins assez souvent, le repos de l'esprit produit par le sommeil. Je suppose que l'on ait cherché le soir la solution d'un problème et que l'inspiration ou même simplement le jugement, si le problème était bien posé et assez étudié, ait été sur le point de fonctionner. Il arrive que, le soir, l'attention est plus ou moins fatiguée; de plus les occupations ou les préoccupations de la journée, qui ont accumulé leurs influences sur les facultés, ou encore les impressions des sens (XXXIX, XLVIII et moi-même) peuvent diminuer la lucidité mathématique. Pendant le sommeil, ces éléments perturbateurs ont disparu plus ou moins, par suite du repos et de l'oubli; au réveil, dès lors, la solution du problème, qui existait déjà dans l'esprit sans avoir pu se manifester au jugement peut apparaître bien nettement. Cette seconde explication est probablement suffisante parfois.

En fait, les deux causes, travail mental pendant le sommeil et repos, pourront aussi agir simultanément.

Enfin on peut invoquer comme autre cause le hasard (2), comme cela arrive dans la journée (XXXV et moi-même).

D'autres de mes correspondants disent avoir eu quelquefois des facilités d'invention dans une période qui suit le réveil, ou dans le demi-sommeil qui peut le précéder (XIII, XVIII, XXII, XXXII, XXXIII, XLIV, L, LVIII, LX, LXI). Les mêmes causes peuvent encore être invoquées plus ou moins complètement; mais il semble que l'on doive attribuer ici une influence prépondérante au repos de la nuit. Toutefois rien n'établit encore que ce dernier phénomène ait un caractère spécial, au moins dès que le réveil est complet, car si l'on envisageait une autre période quelconque de la journée, on trouverait des faits semblables.

c) *Mathématiciens parlant de l'inspiration mathématique ou de phénomènes s'y rattachant* :

X, XII, XIII, XVIII, XX, XXI, XXII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI,

---

(1) Comp. P. Farez, loc. citat., p. 49.
(2) Ce n'est, sans doute, qu'un hasard relatif.

XXXIV, XXXV, XXXIX, XLIII, XLIV, XLVI, LIII, LVIII, LX, LXI, LXII.

Après les réponses ci-dessus, il me semble qu'on doit admettre l'existence de *l'inspiration mathématique*. Il y a des moments où les idées utiles, idées de début, fondamentales (ex. idée de sujet à traiter, de théorème à démontrer), idées intermédiaires (ex. idées relatives à un progrès vers la solution d'un problème posé, idée d'une transformation, d'une méthode, des cas à distinguer, etc.), idées finales (ex. achèvement des démonstrations, énoncés, etc.), surviennent plus nombreuses, plus fécondes, plus claires, avec moins d'efforts. C'est là plutôt le sens que j'ai attaché de préférence dans mon questionnaire au mot *inspiration* : il arrive parfaitement qu'on en ait le sentiment (comp. XXXIX).

Mais il y a d'autres formes de l'inspiration : une bonne idée isolée peut survenir soit au cours d'autres occupations (XXXV et moi-même probablement), soit au milieu de recherches corrélatives ; dans ce dernier cas, elle se rattache bien au même phénomène, mais ne présente à elle seule aucun caractère spécial. Enfin on peut encore classer dans les faits d'inspiration les cas où, machinalement pour ainsi dire, on se trouve amené à continuer à penser à une question, presque malgré soi ou sans le désirer beaucoup, et où l'on finit par obtenir ainsi certains résultats (X, XXXII?, XXXIX, XLIV?, LVII?, moi-même, peut-être).

Diverses explications ont été proposées par mes correspondants au moins pour la première forme d'inspiration. Il faut d'abord distinguer, le cas échéant, la nature des parties de la science mathématique visées : il y en a qui, dans certaines périodes de leur développement, donnent plus facilement des résultats aux chercheurs. L'état physiologique a une influence sérieuse (XXIX et moi-même) : on sait, par exemple, que beaucoup travaillent moins bien aussitôt après les repas ou au milieu du bruit ; la température peut jouer un rôle, plus généralement les faits météorologiques [1] : si l'on a froid, par exemple,

(1) Comp. avec ce que j'ai dit dans les *Mém. Assoc. franç. pour l'avanc. des Sc.*, Congrès d'Angers, 1903, p. 1202. M. Lombroso estime qu'il en est ainsi pour toutes les facultés intellectuelles (*L'homme de génie*, traduction Colonna d'Istria, Paris, Reinwald, 1903, p. 163). En admettant qu'il y ait dans une même région ou une même nation une température moyenne t particulièrement favorable à la faculté inventive, et que cette dernière fonctionne d'autant mieux à chaque instant que l'on est plus près de cette température, on arrive à concevoir que, *dans nos climats*, cette faculté doit probablement mieux fonctionner vers avril-mai et septembre. On peut faire un raisonnement analogue pour chaque individu ; mais là les températures et les dates les plus propices pourront être un peu différentes dans chaque cas.

l'attention peut être détournée par le malaise. L'état psychologique est important : des préoccupations étrangères à la science peuvent rendre le travail plus difficile. L'entraînement et les études préliminaires ont évidemment une action capitale (XXXIV, XLIV, XLVI, LXI et moi-même; c'est, je crois, l'avis d'Arago); ceci n'est pas spécial aux mathématiques : par exemple l'ingénieur qui a à résoudre une question un peu neuve pour lui peut être au début fort embarrassé; mais l'examen des cas analogues et de l'espèce, et les réflexions rendent les idées plus nettes; il arrive un moment où au moins les points essentiels se fixent, et où les grandes lignes de la solution apparaissent; puis les détails se précisent, et finalement l'œuvre qui, au début, semblait presque impossible, devient complètement réalisable. Enfin on doit tenir compte de l'âge du mathématicien : il y a dans la vie de presque tous les écrivains une période où la production est maxima.

Quand l'ensemble de ces circonstances concourt suffisamment pour favoriser le travail, il doit évidemment être plus fécond; mais cela suffit-il pour expliquer complètement le phénomène de l'inspiration (au premier sens)? La question peut paraître difficile à résoudre : l'important, c'est que le phénomène existe.

d) Mathématiciens parlant de leur faculté de faire des calculs ou de voir des figures de tête :

XVI, XVIII, XXII, XXXIX, XLVIII, L, LX, LXI.

Il semble résulter des réponses ci-dessus que la faculté de faire des calculs [1] ou de voir des figures de tête est assez répandue; on arrive à s'en servir très bien même en se promenant (LX et moi-même).

Plusieurs des réponses semblent établir que le repos et l'obscurité sont particulièrement favorables à ces opérations (XVIII, XXXIX, XLIV, XLVIII, L, LXI?) Cela se conçoit d'ailleurs : les impressions des yeux par exemple ne sont plus un objet de distraction. La netteté des images dans certains rêves mathématiques vient à l'appui de cette opinion (II, IV, XVII, XXXVIII, LI, LIV, LV, LVII, LVIII). On imagine dès lors très bien que la cécité et l'habitude servies par des dispositions exceptionnelles aient pu exagérer cette faculté chez Euler et Plateau (question 246 de *l'Interm. des Math.*, XVI, LXIV) [2].

(1) Je ne parle pas seulement de calculs simples comme de petites additions : tout le monde en fait. Je n'ai ici qu'un petit nombre de réponses : mon questionnaire n'en demandait pas.

(2) Je dois dire que, pour ma part, après avoir usé par moments (note (1),

e) Résultats accessoires.

Je mentionnerai pour terminer quelques autres résultats, accessoires, obtenus dans l'enquête :

1° Au moment de la découverte d'une solution il se produit parfois (LXI, LXII) un sentiment particulier, par exemple de joie, et dont l'explication se trouve suffisamment indiquée dans la savante réponse LXI. On en connaît bien des exemples (1).

2° La réponse XLV contient la description de fort intéressantes illusions d'optique, dont deux au réveil.

3° Je laisse à d'autres le soin de tirer, s'il y a lieu, de ce qui précède, de nouvelles conclusions en ce qui concerne la théorie générale des rêves. Je me contenterai seulement d'une remarque à propos du rêve intéressant mentionné dans la réponse XXXVIII. Ce rêve peut être rangé dans la catégorie des *rêves révélateurs* (2) : l'auteur de la réponse, après avoir vainement cherché une erreur de calcul numérique dans un tableau de calculs, a aperçu en rêve spécialement la page où se trouvait cette erreur, comme il l'a vérifié après. Il ajoute qu'il peut n'y avoir dans ce rêve qu'une simple coïncidence.

Eh bien, d'après moi, l'on peut soutenir le contraire, et voici pourquoi (3) : il s'agissait de calculs numériques dont l'auteur de la réponse avait l'habitude.

Or, j'ai constaté plus d'une fois, au cours des examens que je fais passer, que, si une erreur de calcul ou de raisonnement ne me saute pas aux yeux, pour une raison quelconque, par exemple si je suis occupé un instant par autre chose, elle me produit à l'occasion un sentiment particulier ; je me dis : il y a quelque chose qui ne va pas. De même encore si le candidat, tout en répondant à peu près convenablement, n'emploie pas un style très correct ou passe quelques syllogismes (4), sans que je voie exactement de suite ce qu'il y aurait à ajouter pour la clarté.

---

rép. LX) de cette manière de faire des calculs, j'y ai renoncé à peu près complètement, au moins en principe, la considérant comme fatigante et souvent inutile. Le travail mathématique que, maintenant, je fais exclusivement de tête, sans avoir un papier (ou un tableau) devant moi, consiste principalement à chercher des idées (sujets à traiter, manière d'aborder une question, etc.), de façon à me servir surtout de l'imagination ou de la faculté inventive. Je prends mes idées en note sur un carnet ou du papier, et, quand j'ai le temps, je développe le sujet par écrit dans le cabinet, devant une table, de façon à ne pas me fatiguer et à garder trace de ce que je fais.

(1) Voir joies d'Archimède, Newton, Gay-Lussac, Davy dans *L'homme de génie* de M. Lombroso précité, p. 40.

(2) Comp. P. Farez, *loc. citat.*, p. 48.

(3) Comp. par exemple Ph. Tissié, *les Rêves*, Paris, Alcan, 1898, p. 149.

(4) La chose m'est arrivée sciemment comme élève en Math. Elémentaires, parce

Mieux : quand je fais des calculs numériques, parfois, j'ai un senti ment analogue si je fais une faute sans m'en apercevoir (1).

Il peut arriver que pareil phénomène se produise, mais que l'on passe, parce que l'on est pressé ou distrait. Dans un rêve ultérieur, le souvenir de ce sentiment spécial peut provoquer un incident particulier qui fait du rêve un rêve révélateur.

Il me reste en terminant à remercier ici bien vivement tous ceux qui ont bien voulu me fournir des renseignements.

E. Maillet.

que mon cahier de notes était incomplet, et je me rappelle encore un jeune ingénieur des Ponts et Chaussées qui m'avait fait, étant élève de Math. Spéciales, absolument la même chose lors d'une interrogation. Je dus le faire recommencer trois fois pour voir qu'il passait une ligne, toujours la même.

(1) On peut expliquer ce sentiment par le fait que plusieurs facultés concourent à l'élaboration ou à la vérification du calcul (vue, ouïe, paroles) : celle qui prédomine à chaque instant peut être induite en erreur (comp. XVIII) et empêcher sur le moment une réaction suffisante des autres. Si, dans une vérification ou un rêve ultérieur sur le même objet, une autre de ces facultés joue le principal rôle, l'erreur peut devenir manifeste ou il peut se produire un fait spécial qui appelle l'attention.

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE I

Pages.

Liste des membres de la Société 1

Extraits des Comptes rendus des séances 8

R. Dongier et **A. Lesage**. — Sur la mesure de la résistance électrique des électrolytes 11

E. Maillet. — Les rêves et l'inspiration mathématiques (enquête et résultats) 19

LE PRIX DES TIRÉS A PART EST FIXÉ AINSI QU'IL SUIT :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
	—	—	—	—	—	—	—
Une feuille	4.50	5.85	7.20	8.10	10.60	12.85	14.85
Trois quarts de feuille.	4 »	5 »	6.10	7 »	9 »	10.60	12.15
Une demi-feuille. . .	3.15	4 »	5 »	5.60	7.20	8.10	9 »
Un quart de feuille. . .	2.70	3.60	4.25	4.75	5.60	6.30	5.85
Un huitième de feuille.	2 »	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	8 »
Plusieurs feuilles . . .	4 »	5.40	6.30	7.20	9 »	11.70	14 »

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

1re série : 1789-1805	3 volumes in-4°
2e série : 1807-1813	3 volumes in-4°
3e série : 1814-1826	13 fascicules in-4°
4e série : 1832-1833	2 volumes in-4°
5e série : 1836-1863	28 fascicules in-4°
6e série : 1864-1876	13 fascicules in-8°
7e série : 1877-1888	11 volumes in-8°

Chaque année pour les Membres de la Société . . . . . **5** francs
— pour le public . . . . . **12** francs

Mémoires orignaux publiés par la Société Philomathique

A L'OCCASION DU

CENTENAIRE DE SA FONDATION

1788-1888

Le recueil des mémoires originaux publié par la Société philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation (1788-1888) forme un volume in-4° de 437 pages, accompagné de nombreuses figures dans le texte et de 24 planches. Les travaux qu'il contient sont dus, *pour les sciences physiques et mathématiques*, à : MM. Désiré André ; E. Becquerel, de l'Institut ; Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Institut ; Bouty ; Bourgeois ; Descloizeaux, de l'Institut ; Fouret ; Gernez ; Hardy ; Haton de la Goupillière, de l'Institut ; Laisant ; Laussedat ; Léauté ; Mannheim ; Moutier ; Peligot, de l'Institut ; Pellat. *Pour les sciences naturelles*, à : MM. Alix ; Bureau ; Bouvier ; Chatin ; Drake del Castillo ; Duchartre, de l'Institut ; H. Filhol ; Franchet ; Grandidier, de l'Institut ; Henneguy ; Milne Edwards, de l'Institut ; Mocquard ; Poirier ; A. de Quatrefages, de l'Institut ; G. Roze ; L. Vaillant.

En vente au prix de 35 francs.

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, A LA SORBONNE

Bar-le-Duc. — Imp. Comte-Jacquet, Facdoubel, Dir.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

NEUVIÈME SÉRIE. — TOME VII

N° 2

1905

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE

1905

Le Secrétaire-Gérant,
H. COUTIÈRE.

Le Bulletin paraît par livraisons trimestrielles.

COMPOSITION DU BUREAU POUR 1905

Président : M. E.-L. Bouvier, 39, rue Claude-Bernard, Paris, Ve.

Vice-Président : M. Laisant, 162, Av. Victor-Hugo, Paris, XVIe.

Archiviste : M. Henneguy, 9, rue Thénard, Paris, Ve.

Secrétaire des publications : M. Coutière, 12, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VIe.

Vice-Secrétaire des publications : M. Neuville, 55, rue de Buffon, Paris, Ve.

Secrétaire des séances : M. Deschamps, 11, rue Du Sommerard, Paris, Ve.

Vice-Secrétaire des séances : M. Winter, 44, rue Sainte-Placide, Paris, VIe.

Trésorier : M. Rabaud, 104, rue d'Assas, Paris, VIe.

La Société Philomathique de Paris se réunit les 2e et 4e Samedis de chaque mois, à 8 h. 1/2, à la Sorbonne (salle de travail des Étudiants).

Les membres de la Société ont le droit d'emprunter des livres à la Bibliothèque de l'Université. Ils ont également droit, sur leur demande, à 50 tirages à part gratuits des Mémoires qu'ils publient dans le Bulletin.

Pour le paiement des cotisations et l'achat des publications, s'adresser à M. Vézinaud, à la Sorbonne, place de la Sorbonne, Paris, Ve.

EXTRAITS DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES

Séance du 25 février 1905.

PRÉSIDENCE DE M. LAISANT.

Le secrétaire de l'Académie des sciences d'Aix demande des renseignements sur le comte Auguste de Forbin, ancien président de la Société Philomathique (1796). On décide d'envoyer à M. le baron Guillibert un exemplaire du volume du centenaire.

M. Grandidier présente la candidature de M. Neveu-Lemaire comme membre titulaire dans la troisième section. MM. Grandidier, Anthony, Neuville sont chargés d'examiner cette candidature.

M. Darzens présente son rapport sur la candidature de M. Valeur et conclut à son admission. L'assemblée n'étant pas en nombre, l'élection est renvoyée à la prochaine séance.

Séance du 11 mars 1905.

PRÉSIDENCE DE M. BOUVIER.

M. Valeur est élu à l'unanimité comme membre titulaire dans la 2e section. M. Neveu-Lemaire est élu comme membre correspondant dans la 3e section.

M. Mahler présente M. Goutal, chef des travaux chimiques et professeur suppléant à l'École des Mines.

Une commission composée de MM. Mahler, Matignon et Dongier est chargée d'examiner cette candidature. M. Mahler en est le rapporteur.

La Société Amicale de secours mutuels de la Sorbonne demande à la Société Philomathique de s'inscrire comme membre honoraire. Adopté.

M. André présente le rapport financier au nom de la commission des comptes.

M. Anthony fait au nom de M. Calvet et au sien une communication sur un Cétacé qui a été capturé à Cette le 6 octobre 1904, et sur un parasite de ce Cétacé, le *Penella balanopteræ*.

M. Darzens fait une communication sur un procédé d'hydrogénation par catalyse de MM. Sabatier et Senderens, et sur des applications qu'il a pu faire de ce procédé.

M. Dongier, à propos de cette communication, signale qu'en collaboration avec M. Lesage, il a observé que le sérum sanguin frais traité par l'eau oxygénée fournit une décomposition immédiate et abondante. Au contraire le sérum chauffé préalablement à 56° pendant une journée ne fournit pas de décomposition appréciable.

M. Rabaud présente le projet de budget pour 1905.

M. André fait une communication sur la théorie mathématique du service des téléphones.

Séance du 25 mars 1905.

PRÉSIDENCE DE M. ANDRÉ.

Lecture de la correspondance.

M. Anthony présente la candidature comme membre correspondant de M. Diguet, chargé de mission par le Ministère de l'Instruction publique. Commissaires : MM. Anthony, Gravier, Coutière. — Anthony, rapporteur.

M. Mahler fait un rapport concluant à l'élection de M. Goutal.

L'assemblée n'étant pas en nombre, l'élection est renvoyée à la prochaine séance.

M. Gravier fait une communication sur un cas de commensalisme des Balanoglosses.

M. Coutière fait une communication sur un second commensal du même Balanoglosse.

M. Mahler fait une communication sur la résistance électrique de l'acier.

M. Dongier fait une observation sur cette communication.

M. Launoy fait une communication sur la concentration moléculaire du suc extrait de divers organes du lapin.

MM. Dongier, Winter et Chauveau font des observations sur cette communication.

Séance du 1er avril 1905.

PRÉSIDENCE DE M. ANDRÉ.

M. André présente à la Société une brochure contenant le résumé de ses travaux mathématiques.

M. Goutal est élu à l'unanimité dans la 2e section.

M. Anthony présente son rapport concluant à l'admission de M. Diguet comme membre correspondant. L'assemblée n'étant pas en nombre, l'élection est renvoyée à la prochaine séance.

M. Noë présente la candidature de M. Mouneyrat comme membre titulaire dans la 2e section. Commissaires : MM. Moureu, Matignon et Winter. — Moureu, rapporteur.

M. Matignon présente une communication sur la préparation des chlorures anhydres.

M. Deschamps rappelle en quelques mots les communications qu'il a déjà faites sur la forme nouvelle qu'il a donnée à la théorie des lentilles, et présente à la Société une jumelle qu'il a construite en s'appuyant sur cette théorie.

Le Secrétaire des séances,

J. Deschamps.

BANQUET ANNUEL

(11 février 1905)

M. E. L. Bouvier, président, remercie les membres honoraires éminents qui ont bien voulu se joindre à leurs confrères plus jeunes pour donner plus de relief et d'attrait à cette fête annuelle. Il dit que leur présence lui rappelle l'inoubliable banquet du Centenaire où, en qualité de secrétaire, il eut la charge lourde et périlleuse d'adresser le salut des philomathiciens nouveaux à la nombreuse phalange de savants illustres que cet anniversaire avait réunis.

Dans un bref aperçu, M. Bouvier signale les vicissitudes subies par la Société philomathique depuis cette réunion mémorable, le péril qui la menaçait du fait de la multiplication des Sociétés spéciales, le zèle infatigable que certains membres déployèrent pour lutter contre ce péril et l'heureux succès obtenu par ces philomathiciens désintéressés. « Plusieurs de ces vaillants sont encore avec nous à cette table, dit M. Bouvier, c'est avec une sympathie profonde que nous saluons le plus actif d'entre nous, celui dont rien ne put ébranler la foi dans l'avenir et le rôle bienfaisant de la Société ; mais il convient aussi de rendre hommage aux disparus, et notamment au regretté Henri Filhol, dont la propagande efficace fut brusquement arrêtée par la mort. » M. Bouvier observe que ces efforts n'ont pas été superflus, que la Société est maintenant animée d'une vigueur nouvelle et qu'elle donnera une preuve de sa profonde vitalité en fêtant le 120e anniversaire de sa création, qui aura lieu en 1908. Il ajoute que la Faculté des Sciences a joué un grand rôle actif dans cette occasion en donnant asile à la Société ; il remercie M. Darboux qui, en sa qualité de doyen, fut l'agent principal de cette innovation féconde, et il termine en portant la santé de tous les membres honoraires.

RAPPORT SUR LES COMPTES DE 1904

par **M. Désiré ANDRÉ**

lu à la Séance de la Société Philomathique de Paris, du 11 mars 1905.

Messieurs,

Au nom de la Commission que vous avez nommée, j'ai l'honneur de vous présenter le rapport sur les comptes de l'année 1904.

Nos recettes ont été, comme toujours, de quatre sortes différentes : subvention ministérielle, cotisations des membres de la Société, intérêts des titres que nous possédons, abonnements au Bulletin et vente d'exemplaires séparés. En voici le détail :

Recettes de 1904.

Subvention ministérielle		1.000f »
Cotisations des membres titulaires :		
Courantes	783f,60	
Arriérées	50 »	
Cotisations des membres correspondants . .	70 »	903 60
Intérêts de nos rentes et obligations		246 06
Abonnements et vente du Bulletin		197 60
TOTAL		2.347 26

En bon comptable qu'il est, notre trésorier a porté à nos recettes, c'est-à-dire à notre débit, une somme de 387f,25 qui nous a été versée par notre confrère, M. Devez : c'était la moitié des frais d'impression de sa thèse, parue dans notre Bulletin. Afin d'être plus clair, je retrancherai cette somme du total de celles que notre Bulletin nous a coûté.

Nos dépenses sont aussi de quatre sortes : publication du Bulletin, frais de bureau, allocation et appointements à nos agents, étrennes au concierge et aux facteurs. En voici le détail :

Dépenses de 1904.

Bulletin, etc., moins la somme versée par M. Devez.		1.616 »
Frais de bureau : affranchissements, imprimés, etc.		314 85
Allocation à M. Reyckaert.	300 »	
Appointements de M. Vézinaud	300 »	600 »
Étrennes diverses		20 »
TOTAL.		2.550 85

Vous le voyez, Messieurs, pendant l'année 1904, nos dépenses ont dépassé nos recettes de 203f,59. Aussi notre actif qui s'élevait, au 1er janvier 1904, à 9 401f,80, ne se montait-il plus, au 1er janvier 1905, qu'à 9 198f,21. A cette date, il se décomposait ainsi :

14 obligations Orléans	5.460f, »	
25f rente 3 °/₀.	811 05	
3 obligations 2 1/2 °/₀ P. L. M.	1.242 »	7.513f,05
Espèces :		
Aux mains du trésorier.	1.673f,39	
Aux mains de l'agent.	11 77	1.685 16
TOTAL		9.198 21

Comme les titres sont les mêmes qu'un an auparavant, la diminution n'a porté que sur les espèces.

Il ne faudrait point, d'ailleurs, que cette légère diminution de notre encaisse vous inspirât la moindre inquiétude. Notre situation est prospère. En 1903, le total des cotisations touchées n'était, en effet, que de 760f ; en 1904, vous venez de le voir, il s'est élevé à 903f,60.

Vous me reprocheriez, Messieurs, de terminer ce rapport sans un mot de souvenir pour notre ancien trésorier, notre cher et regretté confrère Mabille. Son successeur, M. Rabaud, l'a dignement remplacé : il apporte en ses nouvelles fonctions un soin, une exactitude, une conscience pour lesquels je vous prierai de lui voter des remerciements. Je vous demanderai des remerciements aussi pour notre agent, M. Vézinaud, dont la ponctualité et le zèle, qui vous sont bien connus, rappellent tout à fait ceux de notre ancien agent, M. Reyckaert.

Paris, le 11 mars 1905. Désiré ANDRÉ.

SUR LE PTYCHODERA ERYTHRÆA *SPENGEL*

par **Ch. GRAVIER.**

I

Lorsque J.-W. Spengel s'occupait à recueillir les matériaux qui ont servi de base à ses belles recherches sur les Entéropneustes (1), il reçut, en 1879, du Dr O. Paulson, un exemplaire incomplet, en plusieurs fragments, d'un Balanoglosse qu'Alexandre Kowalevsky avait rapporté de la Mer Rouge et offert au Musée zoologique de l'Université de Kiew. On ne connaissait pas le lieu de provenance de cet être dans lequel le professeur de Giessen reconnut une forme appartenant au genre *Ptychodera* Eschscholtz, mais se distinguant par toute une série de caractères des espèces alors décrites du même genre, et qu'il appela *Ptychodera erythræa*. L'animal a été dessiné par O. Peters de Göttingen, en grandeur nature, avec la couleur gris verdâtre et des reflets de teinte rouille qu'avaient pris les fragments conservés dans l'alcool. Spengel a indiqué par un trait en pointillé la forme probable du gland dont la base seule avait subsisté; il manquait également une partie assez longue de la région postérieure du corps.

II

En mai 1902, c'est-à-dire 9 ans après la publication de l'importante Monographie de Spengel, C.-B. Klunzinger, qui a si fortement contribué à nous faire connaître la faune des récifs de la mer Rouge, a donné à l'occasion de la réunion, à Giessen même, des zoologistes allemands, de nouveaux détails fort intéressants sur le *Ptychodera erythræa* Spengel (1). Il pense que l'exemplaire étudié par Spengel a été récolté par A. Kowalevsky à Tor, dans le golfe de Suez, en 1870. Il

(1) J.-W. Spengel, *Die Enteropneusten des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte, Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, XVIIIe Monographie, 1893, 758 p., 37 pl.

(2) C.-B. Klunzinger, *Ueber Ptychodera erythræa Spengel aus dem Rothen Meere, Verhandl. der d. zool. Gesellsch*, 12e Vers., 1902, p. 195-202, 4 fig.

trouva lui-même de nombreux exemplaires de ce Balanoglosse à Koseir (au sud de Tor, sur la côte africaine) qu'il ne put, bien entendu, déterminer exactement, mais qu'il reconnut très bien dans la description de Spengel ; il prit à ce moment même des notes et des figures relatives au *Ptychodera* en question.

En 1872, à son second séjour à Koseir, Klunzinger recueillit encore de temps à autre cet animal vermiforme dans les flaques peu profondes des récifs, à fond couvert de sable, là où croissent les plantes marines de la famille des Najadées : *Halodule*, *Halophila*, *Cymodoce*, dans la zone que Klunzinger appelle la « Seegraszone ». Ces flaques perdent, à marée basse, tout contact avec la mer ; la température de l'eau s'y élève très haut en été, y descend assez bas en hiver pour produire sur le pied une impression de froid sensible. A certaines époques de l'année, une fois en hiver, une ou deux fois en été, certains écueils restent à sec jusqu'à deux jours et deux nuits de suite. Alors, meurent en masse les animaux qui y sont restés ; certains d'entre eux, qu'on ne voit jamais ou qu'accidentellement en temps ordinaire, quittent alors leur refuge pour venir à la surface : c'était le cas, en particulier, pour le *Ptychodera erythræa* (1er et 27 août 1872). Tandis qu'il ne trouvait l'animal que très rarement, souvent en fragments, après avoir fouillé péniblement le sol, il prenait, dans les circonstances qui viennent d'être rappelées, au fond de l'eau devenue très chaude, un grand nombre d'exemplaires entiers, à peine enterrés dans le sable ou même à la surface, encore vivants, mais languissants. Malheureusement, faute de récipients, et bien qu'il eût le soin de renouveler chaque jour l'alcool dans les quelques tubes qui lui restaient alors et où il les avait accumulés, Klunzinger perdit entièrement les matériaux qu'il avait ainsi avantageusement rassemblés. Il ne rapporta en Europe que quelques petits exemplaires séparés dans des tubes difficiles à retrouver au milieu de sa grande collection d'animaux inférieurs de la mer Rouge. Mais à l'aide de ses notes et de ses croquis pris sur le vivant, à l'époque de son premier voyage, le vénéré zoologiste a pu fournir de nouveaux documents sur le *Ptychodera erythræa* Spengel.

III

Quelques mois avant la communication de C.-B. Klunzinger, le 15 février 1902, un jeune zoologiste français, A. Krempf, recueillait dans le sable corallien du récif des Messageries (port de Djibouti), la partie antérieure d'un Balanoglosse d'un blanc crème uniforme, les saillies de la région hépatique étant cependant légèrement verdâtres

et qui n'est autre que le *Ptychodera erythræa* Spengel. La photographie grandeur nature qu'il en fit sur le vivant et qui est fidèlement reproduite ici (*fig.* 1), est intéressante à tous égards, car elle permet de se rendre compte de la physionomie de l'animal en activité et de comparer les dimensions des diverses parties du corps à l'état d'extension et après fixation et conservation dans le formol, préférable ici à

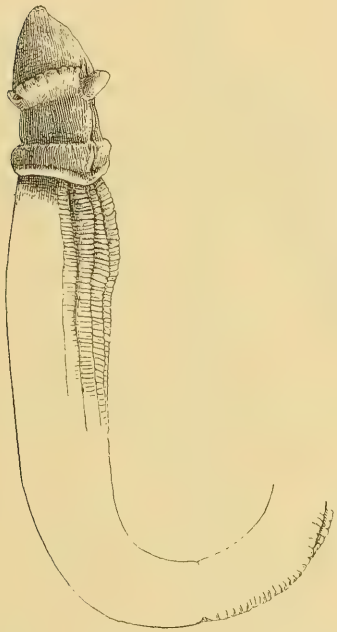


Fig. 1. — *Ptychodera erythræa* Spengel, d'après une photographie grandeur nature prise sur l'animal vivant, par M. Krempf. Les parties exactement au point sur le cliché ont seules été conservées. L'animal est vu de trois quarts, par la face ventrale.

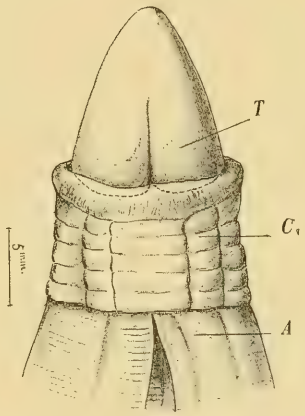


Fig. 2. — Partie antérieure du corps ; face dorsale.
T, Trompe. — *C*, Collier. — *A*, Ailes génitales.

l'alcool pour l'étude morphologique. Ce Balanoglosse sécrétait un mucus abondant jaune brun à odeur d'iodoforme.

La trompe s'effile graduellement d'arrière en avant et se termine à l'état de repos en pointe mousse ; sa longueur est de 12 millim., sa plus grande largeur de 10 millim. (*fig.* 2). La figure 1 montre que cet organe musculeux et fouisseur peut se déformer sensiblement lorsque l'animal cherche à creuser dans le sable. Sur les deux faces dorsale et ventrale, un sillon médian qui s'approfondit d'avant en arrière, s'étend

sur la moitié postérieure de la trompe qui repose sur un pédicule très étroit. Immédiatement au-dessous de ce sillon, sur la face ventrale, se voit l'organe spécial au genre *Ptychodera* Eschscholtz (*fig.* 3) qui a, chez

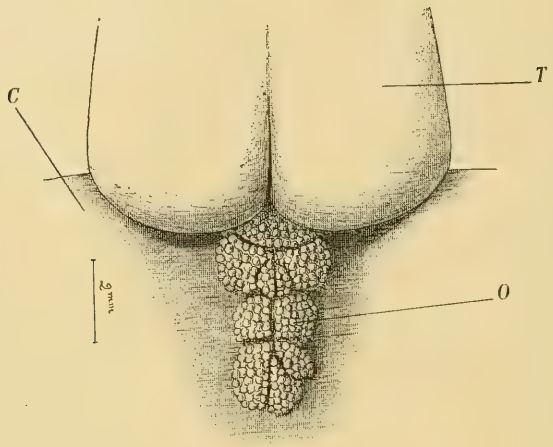


Fig. 3. — Partie postérieure de la trompe, avec son organe annexe. *T*, Trompe. — *C*, Collier. — *O*, Organe annexe de la trompe (*Blumenkohlähnliches Organ* de Spengel).

l'exemplaire décrit ici, un peu moins de 5 millim. de longueur et de 3 dans sa plus grande largeur ; il présente une symétrie assez nette et se laisse décomposer en un lobe antérieur impair et trois lobes pairs ; les boursouflures arrondies et assez régulières de la surface le font ressembler à un chou-fleur comme l'indique Spengel (*blumenkohlähnliches Organ*) ou peut-être mieux à une grappe de raisin, comme le dit Klunzinger (*traubenförmiges Organ*). Cet organe, d'apparence glandulaire qui, comme Spengel l'a observé, est formé par des évaginations de la cavité ventrale de la trompe, prend ici un développement exceptionnel et caractéristique ; cependant Willey (1), Spengel (2) et R.-C. Punnett (3) ont signalé un organe semblable mais plus réduit chez d'autres formes du même genre.

---

(1) A. Willey, *On Ptychodera flava Eschscholtz*, Quart. Journ. of microsc. Science, n. s., vol. 40, 1896, p. 165-183.

(2) J. W. Spengel, *Neue Beiträge zur Kenntniss der Enteropneusten*, Zool. Jahrb., Abth. für Anat. und Ontog. der Thiere, 18e Bd., 1903, p. 271-326, pl. 24-29, 5 fig. dans le texte.

(3) R.-C. Punnett, *The Fauna and Geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes. The Enteropneusta*, vol. II, part. 2, 1904, p. 631-680, pl. 37-46, fig. 120-121, dans le texte.

Le collier qui, comme l'a observé Klunzinger, est sensiblement cylindrique, a, chez l'exemplaire de Djibouti, 9 millim. de longueur et 12 millim. de largeur à la base. Le bord libre est un peu ondulé ; la surface assez fortement contractée offre des rides transversales dont le sillon collaire ne se distingue pas très nettement ; en revanche, le sillon tronco-collaire est assez profond et dessine une échancrure sur la ligne médiane ventrale.

Les différences entre l'animal vivant et l'exemplaire conservé et cependant en très bon état, s'accusent ici d'une façon saisissante. Si on considère la figure 1, on voit que le collier, en extension dans sa partie antérieure, forme une ample collerette largement ondulée autour de la trompe ; dans la partie postérieure à demi contractée, qui semble plus large que la région précédente et qui est séparée d'elle par une rigole circulaire, on distingue le sillon collaire et le sillon tronco-collaire avec sa pointe postérieure ventrale. La longueur du collier atteint ici 15 millimètres en certains points ; il est vraisemblable d'admettre qu'à l'état d'extension dans toute son étendue, il mesurait de 17 à 18 millimètres, soit le double de ce que j'ai observé sur l'exemplaire conservé. Je n'ai discerné aucune trace des bandes longitudinales colorées dont parle Klunzinger et qui correspondraient, d'après lui, au « Kragenmark » de Spengel.

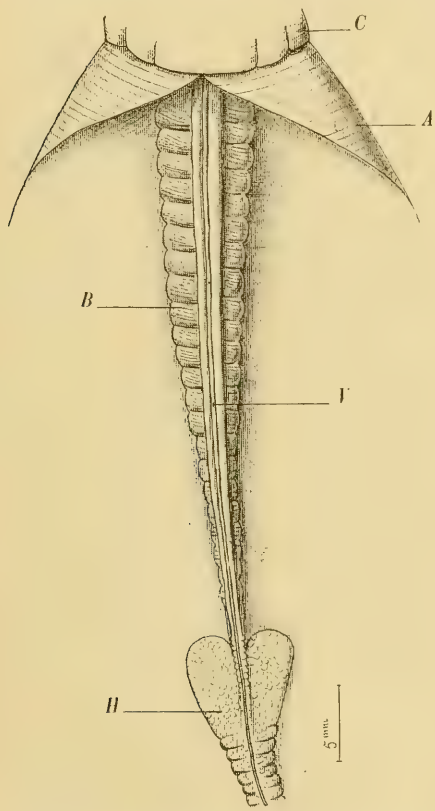


Fig. 4. — Partie antérieure du tronc, vu par la force dorsale, les ailes génitales étant écartées.
C, Collier. — *A*, Ailes génitales. — *B*, Région branchiale. — *V*. Vaisseau dorsal. — *H*, Région hépatique.

La portion conservée du tronc qui, sur la photographie, mesure

8 centimètres de longueur, ne dépasse guère 6 centimètres chez l'exemplaire conservé dans le formol et correspond à la région branchiale et à la partie antérieure de la région hépatique; les ailes génitales s'étendaient au delà du niveau où la rupture s'est produite.

Si on écarte les deux ailes génitales, on remarque un cordon axial (*fig.* 4), c'est le vaisseau dorsal et, de chaque côté, deux gros bourrelets longitudinaux, dont la largeur décroît d'avant en arrière, et de part et d'autre de ceux-ci, des masses de disposition en apparence annulée due vraisemblablement à l'état de contraction de l'animal conservé, avec des stries transversales très marquées.

La région branchiale vient se terminer en pointe dans un large tube formant comme un cœcum volumineux de chaque côté d'elle; les deux bourrelets médians se continuent en une série de boursouflures qui accompagnent le vaisseau dorsal sur un court trajet. Au niveau où cessent les bourrelets, des duplicatures profondes de la paroi granuleuse de cette région hépatique donnent à celle-ci, à cause de leur disposition régulière par paires, une apparence métamérisée. Les saillies de la surface s'exagèrent graduellement d'avant en arrière; malheureusement, la rupture s'est produite dans ce que Klunzinger appelle la région hépatique antérieure.

Les ailes génitales sont excessivement développées; à quelque distance du sillon tronco-collaire, elles atteignent une largeur de 32 à 33 millim. Elles s'insèrent très près de la ligne médiane ventrale; leur paroi épaisse s'amincit sur les bords libres qui viennent s'affronter dans le plan de symétrie, et peuvent même se recouvrir partiellement. Elles présentent une annulation externe régulière et assez serrée. Sur l'animal en activité, on voit les sillons de la surface se creuser davantage, grâce à la contraction de la puissante couche musculaire longitudinale externe. Les organes génitaux forment des masses volumineuses à contour irrégulier, visibles par transparence, et dessinant, à la face interne des ailes, une sorte de mosaïque à grands éléments.

Cette forme a été recueillie à Tor et à Koseir, c'est-à-dire dans la partie septentrionale de la mer Rouge; il est intéressant de la trouver à Djibouti, c'est-à-dire dans le golfe d'Aden, à l'entrée de l'Océan Indien, à 1600 kilomètres au moins au sud de Koseir (1).

---

(1) J. W. Spengel a publié récemment une nouvelle étude du *Ptychodera erythræa* (*Neue Beiträge zur Kenntniss der Enteropneusten. IV. Ptychodera erythræa.* Zool. Jahrb., Abt. für Syst., Geogr. und Biologie der Thiere, 20er Bd, 1904, p. 413-428, avec 2 fig. dans le texte), d'après un exemplaire du Musée de Naples que lui avait communiqué F. S. Monticelli.

RECHERCHES

FAITES SUR LE CÉTACÉ CAPTURÉ A CETTE

le 6 octobre 1904

[*Balænoptera physalus* (Linné)].

1re PARTIE

Circonstances de la capture. — Détermination spécifique. — Morphologie externe. — Parasites extérieurs [*Penella Balænopteræ* (Kor. et Daniels.)].

par **R. ANTHONY** et **L. CALVET**

I. — Circonstances de la capture.

Le 6 octobre 1904, au matin, le bateau garde-pêche « La Girelle », du quartier de Cette, se trouvait environ à quatre milles au large par le travers du château de Salins, au S.-O. de Cette, lorsqu'il aperçut les signaux de détresse effectués par un autre bateau situé un peu plus au large. La Girelle modifia dès lors sa route, se dirigea sur ce dernier, qui était une simple barque du type catalan, fort en usage dans la région pour la pêche aux arts flottants : c'était « la Bécassine » du port de Cette qui, au soleil levant, avait voulu relever ses filets à thons, mais sans pouvoir y parvenir. Le fond sous-marin étant en ce point là dépourvu de rochers ou de corps-morts signalés tout au moins, l'équipage de la Bécassine ne tarda pas à deviner la cause de la mésaventure et expliqua de suite à l'Inspecteur des pêches que les filets ne pouvaient être retenus à fond que par quelque gros poisson. C'est, en effet, ce que l'on constata lorsqu'à l'aide des apparaux de la Girelle on parvint à amener à la surface de l'eau un « *énorme poisson* » que l'on baptisa sur le champ du nom de Baleine. L'animal était mort et engagé seulement par sa nageoire caudale dans les filets qui avaient été assez sérieusement endommagés, mais qui renfermaient cependant plusieurs thons. L'équipage de la Bécassine avait ressenti au courant de la nuit une assez violente secousse imprimée par les ralingues, et il

supposait que le moment où l'animal se débattait dans ses dernières angoisses, remontait à minuit et par suite que l'animal était mort depuis cinq ou six heures environ.

Les ralingues furent alors solidement amarrées à bord de la Bécassine, maintenant filet et contenu à flottaison, et le tout fut remorqué jusque dans le port de Cette où, grâce aux treuils d'un vapeur espagnol, le Cétacé put être hissé sur le pont d'une gabarre.

M. Calvet, sous-directeur de la station zoologique de Cette, informé dès la première heure de la capture d'un Cétacé, se rendit immédiatement dans le port où il put faire un examen approfondi de l'animal, des mensurations, prendre des croquis et des vues photographiques, en même temps que prélever quelques échantillons des parasites externes dont il sera question plus loin.

D'autre part, M. le Directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, prévenu, conformément aux règlements, par l'intermédiaire de M. l'Administrateur de l'Inscription maritime de Cette, délégua M. Anthony avec la mission de se rendre à Cette, d'étudier sur place l'animal et d'en rapporter à Paris les parties susceptibles d'offrir quelque intérêt scientifique.

M. Anthony arriva à Cette le 10 octobre dans l'après-midi, et l'Administration de l'Inscription maritime mit immédiatement à sa disposition, et avec la plus grande amabilité, l'Inspecteur des pêches et quelques-uns de ses gardes. Ces personnes qui lui furent dans la suite d'un grand secours, le mirent en rapport avec les équarrisseurs, MM. Miramond et Naudan, auxquels le Cétacé avait été vendu, et qui, comprenant tout l'intérêt qui s'attache aux recherches scientifiques, donnèrent à M. Anthony toutes les facilités en même temps qu'ils lui prêtèrent une aide matérielle et désintéressée sans laquelle il lui eût été très difficile d'accomplir sa tâche.

Par mesure de salubrité publique, la gabarre et le Cétacé qu'elle portait furent remorqués hors du port et conduits par le canal du Rhône à Cette, non loin du village de La Peyrade (commune de Frontignan), à quelques kilomètres de la ville de Cette. C'est là, en plein canal, que le dépeçage eut lieu. Commencé le 11 octobre à 5 heures du matin, il ne fut terminé que le soir à 9 heures. M. Anthony y assista complètement, prêtant personnellement la main et dirigeant même l'opération suivant les besoins des observations qu'il tenait à faire. Durant toute cette journée, de nombreuses et précises observations anatomiques qui trouveront leur place dans la 2e partie de ce mémoire, purent être faites, des croquis, des photographies et des mensurations furent pris; enfin, et en vue d'une étude ultérieure plus

détaillée, les parties de l'animal qui semblaient présenter le plus d'intérêt, furent prélevées.

Dans cette 1re partie de l'étude qui doit être consacrée au Cétacé de Cette, MM. Anthony et Calvet ont mis en commun leurs documents sur la morphologie externe de l'animal et les parasites extérieurs, tandis que les résultats fournis par l'étude des différentes pièces anatomiques rapportées au Muséum, feront l'objet d'un second mémoire de la part de MM. H.-P. Gervais et Anthony. Ces pièces sont les suivantes :

1° les deux yeux avec leurs muscles moteurs et les parois orbitaires ;

2° le larynx avec l'os hyoïde ;

3° la rate ;

4° le sternum avec l'articulation costo-sternale ;

5° la nageoire pectorale gauche, détachée au niveau de l'articulation scapulo-humérale ;

6° une tranche transversale du rostre, épaisse de 10 centimètres environ, prélevée dans la région située immédiatement en avant des évents ;

7° un lambeau de peau, découpé dans la région des plis longitudinaux ventraux ;

8° un échantillon du poumon ;

9° un échantillon du rein ;

10° un échantillon du muscle cardiaque ;

11° quelques parasites internes.

Il eût été très désirable de pouvoir recueillir l'encéphale, mais au moment de la désarticulation atlo-occipitale, ce dernier parut complètement liquéfié et inutilisable. La capture de l'animal remontait déjà à 5 jours.

II. — **Détermination spécifique.**

Le Cétacé dont il s'agit était bien l'animal que l'on désigne sous le nom de Rorqual et auquel, plus scientifiquement, on donne en général le nom de *Balænoptera musculus* (famille des Balænoptéridés, groupe des Mysticètes). C'était une jeune femelle.

Primitivement confondu avec les Baleines franches, le Rorqual a été successivement désigné sous les noms de *Balæna physalus* (Linné) et de *Balæna boops* (Linné), auxquels on a substitué celui de *Physalus antiquorum* (Gray), lorsque les Balænopteridæ furent séparés des Balænidæ, créant ainsi le type du genre *Physalus* à côté du genre

Balænoptera. Mais Paul Gervais et Van Beneden [1] rejettent avec juste raison, il nous semble, le genre *Physalus* dans lequel se trouvent rangés des animaux qui ne diffèrent de ceux constituant le genre *Balænoptera*, que par des caractères d'une valeur tout au plus spécifique. Aussi désignait-on, jusqu'en ces dernières années le Rorqual sous le nom de *Balænoptera musculus* (Linné), quand M. F.-W. True [2], dans une revision très soignée de la nomenclature des Mysticètes, montra qu'en réalité, et en se conformant aux règles mêmes de la nomenclature, le Rorqual devait être appelé *Balænoptera physalus* (Linné), tandis que le nom spécifique de *Balænoptera musculus* (Linné) devait être appliqué à *Balænoptera Sibbaldii* (Gray).

Il est d'ailleurs à remarquer que cet animal, quelle que soit la dénomination qu'on lui donne, est le seul Mysticète commun dans la Méditerranée.

On y a bien, à notre su, signalé deux fois, à de rares intervalles, la présence de la Baleine des Basques [3], deux fois aussi celle de la *Balænoptera rostrata* (Fabr.) [4]. Mais l'animal qui nous occupe est le seul qui y ait été rencontré d'une façon pour ainsi dire courante.

III. — Morphologie externe.

Le *Balænoptera physalus* (Linné) de Cette présentait les caractères ordinaires et bien connus des animaux de cette espèce, sur lesquels il peut sembler superflu de revenir. Le corps était allongé, fusiforme, gris-ardoise foncé sur la face dorsale et les flancs, blanchâtre sur la face ventrale. Cette dernière présentait les nombreux plis ou sillons longitudinaux qui sont, on le sait, caractéristiques des genres *Balænoptera* et *Megaptera* et permettent de les différencier du genre *Balæna*. Les nageoires pectorales (membres scapulaires) étaient relativement courtes (caractère servant à la distinction du genre *Balænoptera* du genre *Megaptera*); la nageoire caudale affectait la forme représentée sur la figure 1, dessinée d'après un de nos croquis; la nageoire dorsale était située environ à l'union du 2e et du 3e tiers de la longueur totale du corps. Comme chez tous les Mysticètes, l'œil était placé au voisinage de la commissure buccale. La face supérieure

(1) P. Gervais et Van Beneden. Ostéographie des Cétacés.
(2) F. W. True = On the nomenclature of he whale-bone whales. Proceedings of the U. S. Museum, vol. XXI, 1899.
(3) E. L. Bouvier : Le Naturaliste 1888, pages 44-48.
(4) Van Beneden : Histoire naturelle des Balænopteridés : Acad. des sc. de Belgique 1888, t. XLI.

du rostre ne présentait pas la convexité très marquée qu'elle possède dans le genre *Balæna*, autre caractère distinctif du genre *Balænoptera*. Les deux évents, sensiblement égaux, se trouvaient un peu en avant

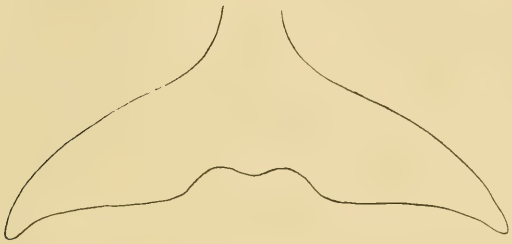


Fig. 1.

de la ligne orbitaire antérieure. La mâchoire supérieure portait seule des fanons, comme c'est la règle chez les Mysticètes, et de même que chez les Balénoptères, ces fanons étaient courts, blanchâtres dans la région antérieure, d'une coloration plus sombre dans la région postérieure, autre caractère particulier à *Balænoptera physalus* (Linné) ; enfin les fanons antérieurs et postérieurs étaient plus courts que ceux de la région moyenne du maxillaire. La mâchoire inférieure dépassait un peu en avant l'extrémité du rostre.

L'ensemble de ces divers caractères nous ont conduits à la diagnose spécifique de *Balænoptera physalus* (Linné), que les caractères tirés de la forme du sternum ont d'ailleurs corroboré.

A en juger par sa maigreur extrême, l'animal ne devait pas être en parfait état de santé et sa grande débilité probable pourrait expliquer la facilité avec laquelle il a été pris par le filet.

Nous avons pris sur cet animal, chacun séparément, M. Calvet le jour de la capture, M. Anthony quatre jours plus tard et au moment du dépeçage, un certain nombre de mensurations :

	M. Calvet.	M. Anthony.
Longueur totale (de l'extrémité du rostre à la partie médiane de la caudale, mensuration faite en suivant la ligne médio-dorsale)	$12^{m}25$	$12^{m}29$
Distance de l'extrémité du rostre à la naissance de la nageoire dorsale	8.70	8.72
Distance de la partie médiane de la		

nageoire caudale à la terminaison de la nageoire dorsale	3.20	3.22
Longueur de la base d'insertion de la nageoire dorsale	0.35	0.34
Hauteur de la nageoire dorsale	0.25	0.25
Longueur de la nageoire pectorale (1) (en arrière, partie libre)	1.20	1.20
Longueur de la nageoire pectorale (en avant, depuis l'angle scapulo-huméral).	1.60	1.60
Largeur maximum de la nageoire pectorale (du bord supérieur au bord inférieur).	»	0.50
Longueur approximative de la mandibule.	2.40	2.42
Largeur de la nageoire caudale (d'une extrémité à l'autre	2.30	2.30

Comme on le voit, nos résultats ne diffèrent pas sensiblement, étant donnés les grandes dimensions de l'animal, les difficultés pratiques des mensurations, et surtout les changements possibles qui avaient pu survenir dans sa position depuis le moment où il a été mesuré par M. Calvet et celui où il l'a été par M. Anthony.

IV. — **Parasites extérieurs.**

Les parasites externes du Balénoptéridé de Cette étaient très inégalement distribués sur les flancs de l'animal, depuis la commissure buccale jusque dans le voisinage de la région anale. La tête, le dos, le ventre et toute la région caudale en étaient dépourvus. Quoique assez nombreux, ces parasites étaient cependant à une certaine distance les uns des autres. Ils se présentaient sous l'aspect d'appendices, cylindriques, dont la partie terminale formait une sorte de houppe, et que les Cettois non familiarisés avec de telles formes animales, avaient considérés comme représentant des poils (!) quelque peu volumineux, très ramifiés à leur extrémité libre.

Leurs dimensions étaient assez variables et oscillaient entre 10 et 15 centimètres de longueur, sur un diamètre de 2 à 3 millimètres, mesuré dans la région moyenne. La coloration était à peu près uniforme et d'un gris ardoise foncé, tirant sur le noir, se confondant d'une façon parfaite avec la coloration générale du dos et des flancs de l'animal.

(1) Toutes les dimensions ayant trait à la nageoire pectorale ont été prises du côté gauche.

Ces appendices, à un examen plus attentif, se montraient implantés

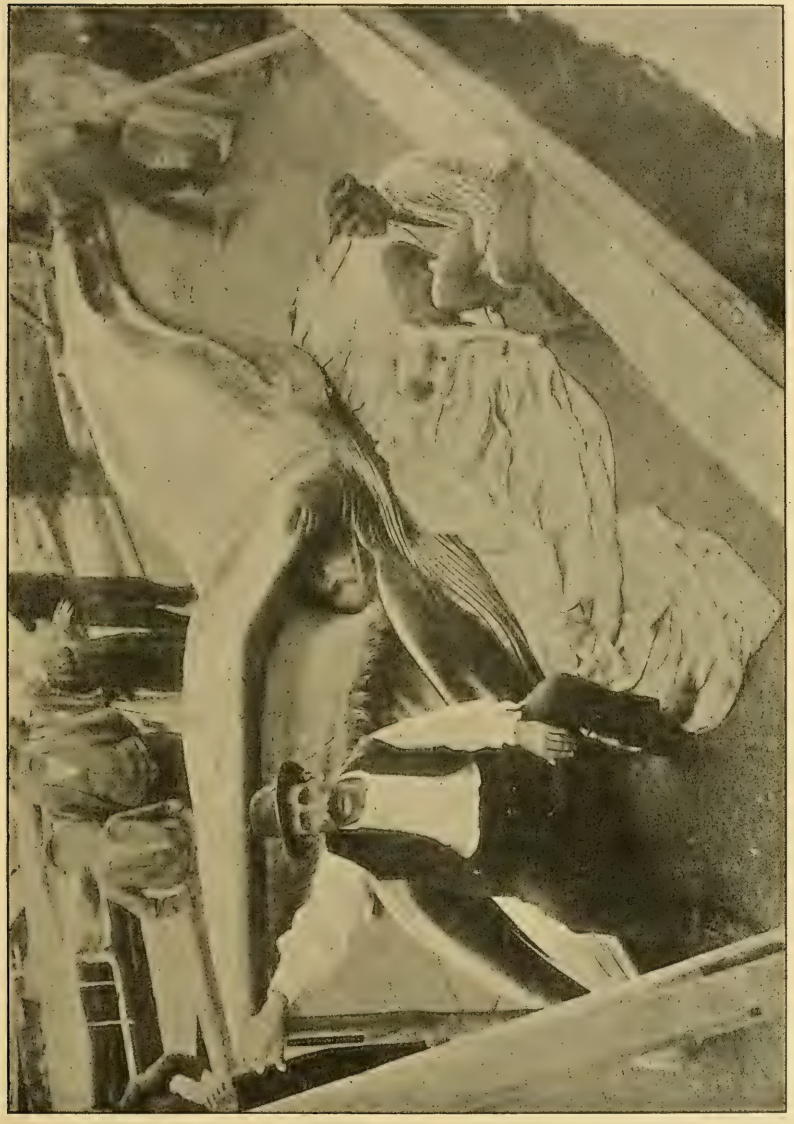


Fig. 2.

dans les téguments qui formaient autour de leur insertion une légère dépression dans laquelle suintait une goutte d'un liquide blanchâ-

tre, trouble, quelque peu sanguinolent, paraissant être du pus. Solidement fixé dans le lard du Balénoptéridé à l'aide de processus divergents, en forme de crampons, s'étalant dans le tissu cellulaire sous-cutané, ce parasite ne se dégage pas par simple traction, et il est utile de recourir aux dissections pour en obtenir des exemplaires complets. C'est en procédant ainsi qu'il nous a été permis de constater que les processus de fixation ne dépassaient pas la couche conjonctive sous-cutanée et ne pénétraient dans aucun cas jusqu'aux muscles.

La partie interne du parasite, celle comprise dans les téguments, était d'une coloration blanc-jaunâtre. Autour de lui, le lard était considérablement modifié, ramolli, transformé en une purée gélatineuse dans le voisinage immédiat du parasite, tandis qu'il devenait plus consistant et même induré, un peu plus loin, présentant ainsi des centres d'inflammation sans doute, comme le montrera l'étude histologique qui en sera faite ultérieurement.

Ce parasite, en dépit de sa forme bien spéciale, est un Crustacé Entomostracé, un Copépode profondément modifié par le parasitisme, appartenant à la famille des *Lernœidæ*.

Les Lernéens parasites des Mammifères marins sont extrêmement rares, et leur histoire n'est pas longue.

Nous n'en connaissons que deux, abstraction faite d'un cas de *Penella varians* (St. et Lutk), qui aurait été recueillie exceptionnellement sur un Dauphin (voyez Steenstrup et Lutken), *Penella crassicornis* (St. et Lutk) et *Penella Balænopteræ* (Kor et Danielss). Le premier a été signalé et décrit en 1861 par Steenstrup et Lutken (1) qui l'avaient recueilli sur l'*Hyperoodon rostratus* (Chemn). Il ne nous intéresse pas.

Le second qui est celui que nous avons rencontré, a été signalé pour la première fois en 1849 par W. Düben (2) qui, à Kristiania, devant un Congrès de Naturalistes, présenta un fragment, région abdominale d'un Lernéen recueilli sur *Balænoptera rostrata* (Fabr). Depuis, il semble avoir été rencontré par le Marquis de Wavrin (3) sur *Balænoptera borealis* (Lesson), et les 4 *Balænoptera Sibbaldii* (Gray), capturés en 1867 sur les côtes d'Islande en portaient, paraît-il, également.

En 1877, Koren et Danielssen étudièrent (4) enfin d'une façon assez détaillée ce parasite qu'ils avaient recueilli sur *Balænoptera rostrata* (Fabr) et auquel ils donnèrent le nom de *Penella Balænopteræ* (Kor. et

(1) Steenstrup and Lutken : Bid. til Kimdsk-om del aabne Hars Sngltekeeles og Lemeer. Del. Kong. Danske Vidensk Selsk. Skriften Kjobenhavn 1861.
(2) Cité par Koren et Danielssen.
(3) Cité par Van Beneden.
(4) Koren et Danielssen : Fauna littoralis Norwegiæ de Sars. T. III, 1877.

Dan.) Les exemplaires de ces auteurs se trouvent actuellement dans les collections du Musée de Bergen.

Depuis cette date la *Penella Balænopteræ* (K. et D.) a été revue un certain nombre de fois. D'après Van Beneden (1) le *Balænoptera Sibbaldii* (Gray) des côtes du Jutland (1881) en portait ainsi que la *Balænoptera rostrata* (Fabr.) de Villefranche. Ce même auteur rapporte enfin que Sars et Sophus Hallas ont également signalé sa présence sur *Balænoptera musculus* (Linné).

La *Penella Balænopteræ* (K. et D.) semble donc particulière aux Balénoptères; elle n'a jamais été signalée ailleurs. En dehors de l'étude qui en a été faite par Koren et Danielssen elle n'a fait l'objet d'aucun mémoire anatomique.

Le nombre d'exemplaires que nous possédons nous permettra, nous l'espérons, de compléter dans une certaine mesure le travail des deux auteurs précités. Nous comptons en effet consacrer un mémoire ultérieur à l'étude anatomique de la *Penella Balænopteræ*.

Ainsi que nous l'avons dit le parasite du Balénoptère qui nous occupe se rapporte à l'espèce *Penella Balænopteræ* (K. et D.). Sans vouloir entrer ici dans les détails de son organisation qui fera l'objet d'un mémoire spécial, nous croyons utile ne fût-ce que pour légitimer notre diagnose de donner au moins une courte description des caractères externes de cette Penella, en même temps qu'une reproduction photographique.

On distingue facilement dans notre parasite trois régions : une tête, un thorax et un abdomen.

Tête : Dans la position naturelle de l'animal, la tête est inférieure ; elle est arrondie et présente à son extrémité une ouverture assez large, la bouche. Sur une des faces, antérieure ou ventrale, se trouvent des papilles représentant sans aucun doute les pièces réduites de l'appareil masticateur, tandis que sur la face opposée, postérieure ou dorsale, il n'y a que deux papilles isolées, symétriquement placées, représentant probablement les antennes. De plus, la tête porte trois longs appendices, les crampons fixateurs, dont deux sont latéraux et un dorsal.

Thorax : Le thorax qui n'est séparé de la tête que par un léger rétrécissement, comprend deux parties élargies terminales, reliées entre elles par une partie étroite qu'on appelle à tort le col.

La première partie, élargie, porte sur sa face ventrale quatre paires

(1) Van Beneden : Loc. citat.

de petits appendices, crochets chitineux, groupés par deux paires et

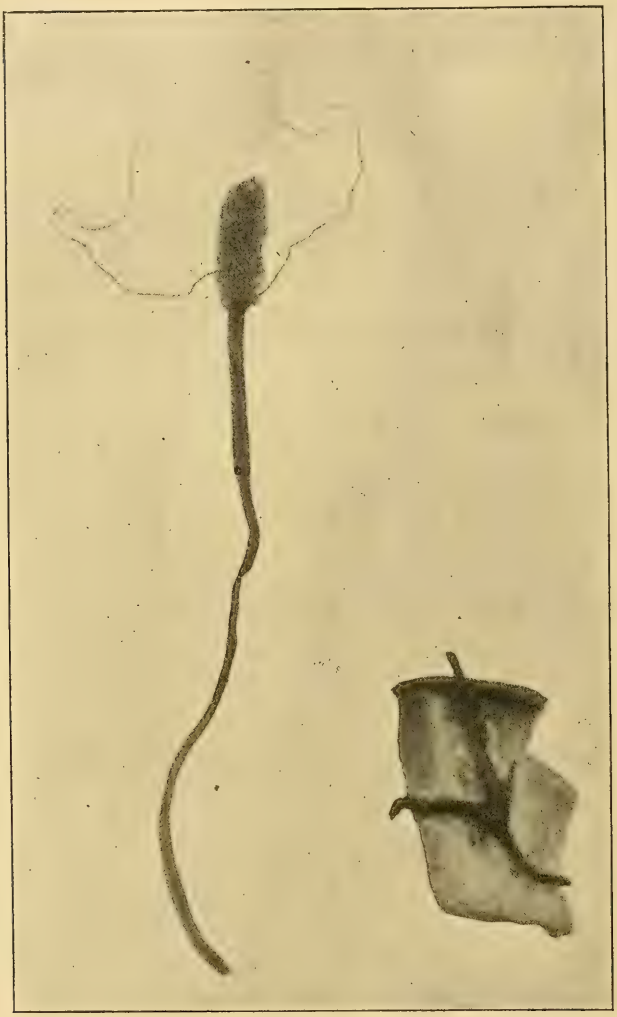


Fig. 3.

séparés par un certain espace laissé libre : ce sont les pattes ambulatoires réduites.

La deuxième partie, cylindrique, étroite, ne porte aucun appen-

dice. Sa portion proximale se trouve enfoncée dans les téguments du Balénoptéridé, ainsi que la tête et la première partie du thorax, auxquelles elle fait suite, tandis que sa portion distale avec la troisième partie thoracique et l'abdomen sont extérieurs aux téguments.

La troisième partie du thorax, élargie, est caractérisée par une striation transversale très accusée, et présente sur sa face ventrale, au niveau de son union avec l'abdomen, deux papilles qui sont vraisemblablement les points d'attache des spermatophores, au-dessous desquelles pendent les deux ovisacs très étroits, filamenteux.

Abdomen : De même calibre que la portion distale du thorax, l'abdomen se termine par une extrémité arrondie, munie de deux tubercules (« *Furcaglieder* » très réduite) entre lesquelles se trouve l'anus. Sur les côtés de l'abdomen existent deux rangées de tubercules portant chacun un appendice multifide, dont les subdivisions nombreuses recouvrent la face ventrale de l'abdomen, tandis que la face dorsale est à découvert.

La figure 3 donne une idée exacte de l'animal (portion intra-tégumentaire et portion extérieure), et permet de juger des dimensions comparatives de chacune des parties dont il est constitué. Enfin, le corps entier est recouvert d'une enveloppe chitineuse générale, plus épaisse dans la portion externe que dans la partie enfouie dans les téguments.

Tous les individus recueillis étaient naturellement des femelles : les mâles, qui vraisemblablement sont libres pendant toute leur existence, n'ont jamais été observés.

L'existence d'une Penelle sur *Balænoptera physalus* (Linné) absolument semblable à celle que l'on rencontre sur *Balænoptera rostrata* (Fabre), offre un certain intérêt. D'autre part, le fait que Koren et Danielssen avaient trouvé leurs deux exemplaires de *Penella* au voisinage des organes génitaux, aurait pu faire croire que ce voisinage était un habitat particulier de prédilection pour ces Lernéens; or la distribution générale de ce parasite dans le Balénoptéridé de Cette prouve qu'il n'en est rien et que cette Penella se fixe indistinctement sur toute l'étendue des flancs de l'animal. De plus nous n'avons pas constaté l'association de *Penella balænopteræ* (K. et D.) avec *Conchoderma vulgatum* (Spengl), association signalée par Koren et Danielssen.

Enfin, si l'on admet que le Rorqual se reproduit dans la Méditerranée, la *Penella balænopteræ* (K. et D.) n'est plus une espèce confinée dans les régions boréales.

NOTE PRÉLIMINAIRE

SUR DES

MÉGALITHES OBSERVÉS DANS LE SODDO

(Abyssinie méridionale)

par le **Lieutenant V. CHOLLET** et **H. NEUVILLE.**

Nous nous proposons, dans les lignes qui vont suivre, d'attirer l'attention sur des monuments mégalithiques particulièrement intéressants, tant par suite de leurs caractères propres qu'en raison de la contrée dans laquelle ils ont été trouvés.

C'est au retour d'un voyage d'étude fait en Abyssinie avec Monsieur Maurice de Rothschild que nous avons eu l'occasion d'étudier ces curieux monuments, dont l'existence nous avait été indiquée, pendant notre séjour à Addis-Abeba, par Monsieur Alfred Ilg, conseiller d'Etat près de la cour d'Éthiopie. Ces mégalithes sont situés dans le Soddo, région du Choa se trouvant à cinq jours de marche dans le Sud-Ouest d'Addis-Abeba, résidence actuelle de l'empereur Menelick II.

Répartis en quatre groupes distincts, en des lieux auxquels nous conserverons les noms indigènes de Tiya, de Sammbo (deux gisements) et de Sedène, ils présentent entre eux, tant par la disposition dans chaque gisement, que par la ressemblance des sculptures et le mode de taille identique de la pierre, des caractères communs indiscutables. Les croquis accompagnant cette note [1] renseigneront à ce sujet d'une manière plus précise que de longues descriptions. Nous ne voulons d'ailleurs, pour le moment, que signaler ces mégalithes et les décrire brièvement, nous réservant de revenir sur ce sujet avec plus

---

(1) Ces croquis ont été pris, sur place, par le Lieutenant Chollet. Ils sont appuyés d'un certain nombre de photographies dont plusieurs seront reproduites dans un travail définitif, plus étendu, où nous espérons pouvoir développer les rapprochements et comparaisons auxquels nos mégalithes sont susceptibles de donner lieu.

de détails et en insistant alors sur les termes de comparaison qu'ils peuvent suggérer.

Jusqu'à présent, malgré des recherches assez longues et assez laborieuses, nous n'avons pu trouver aucune identification *certaine* de ces monuments avec d'autres qui, mieux connus, pourraient nous renseigner sur l'origine et la signification exacte de ceux dont nous nous occupons.

Situés sur des points élevés et dominants, mais sans que chaque pierre par sa position propre, chaque groupement par la disposition de l'ensemble, ne présentent une orientation nettement définie, ils paraissent avoir été destinés seulement à ornementer des nécropoles et peut-être en même temps, tout au moins pour certains d'entre eux, à servir d'accessoires à des manifestations cultuelles.

Le caractère de nécropole est d'une certitude absolue en ce qui concerne le gisement de Sedène.

Les sculptures de ces monuments se détachent en relief sur le plat de chaque pierre et peuvent se rapporter à huit types.

Certains signes sont évidemment l'image de l'homme ; d'autres représentent le plus vraisemblablement certains objets usuels ; mais ces sculptures, qui paraissent fidèles dans la représentation d'objets d'usage domestique ou guerrier, (fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 19, 20), n'offrent plus, pour la représentation de l'homme (fig. 14, 15, 17) qu'une figuration simpliste et imparfaite.

Quatre types de signes (O $\times$ $>$ $\lessgtr$) par leur forme simple et décorative, éloignée de l'aspect de tout objet usuel, se distinguent nettement des précédents (fig. 2, 3, 9, 11, 12, 19). Cette catégorie spéciale, particulièrement difficile à définir, semble posséder un caractère idéographique, mais peut-être ces signes n'ont-ils seulement qu'un but ornemental.

Si l'hypothèse ornementale paraît en effet très plausible pour trois d'entre eux surtout (O $\times$ $>$), en raison de la simplicité de leur forme, il faut considérer que dans d'autres monuments africains de même espèce, le signe O est fréquemment la représentation idéographique d'un être de sexe féminin, alors aussi que tous ces signes se retrouvent plus ou moins nettement dans les alphabets libyque et tefinagh.

Ces diverses considérations nous font donc répartir les huit types observés en trois catégories : 1° représentations anthropomorphes, 2° représentations d'objets usuels, 3° représentations probablement idéographiques.

Nous ne pouvons pas encore approfondir la valeur ethnologique de ces diverses représentations, sur lesquelles nous voulons seulement, en ce moment, attirer l'attention du monde savant.

L'étude de ces monuments apportera peut-être un document nouveau pour l'histoire des migrations dont l'Afrique orientale fut autrefois le siège Peut-être même pourrait-elle contribuer à éclairer, dans une si faible mesure que ce soit, l'obscurité dans laquelle on se trouve au sujet de la formation de l'alphabet libyque, qui, peut-être d'origine phénicienne, est peut-être aussi le résultat de tentatives isolées de populations berbères pour se constituer une écriture. Les établissements berbères furent autrefois florissants sur la côte du Somaliland, le nom de la ville de Berbera en reste un exemple frappant, et la limite des incursions de ces Berbères dans l'intérieur n'est pas encore tracée. Mais, sur ce sujet, nous ne voulons nous laisser entraîner à aucune hypothèse ni à aucune identification dont le moindre tort serait d'être trop hâtive.

Les fouilles faites dans les tombes du gisement de Sédène n'ont donné aucun résultat. En creusant avec soin jusqu'au roc lui-même, nous n'avons pu mettre à jour aucun vestige, organique ou autre, de ce que ces sépultures ont autrefois contenu. Elles n'ont cependant pas été bouleversées.

Assez profondément délimitées par des dalles grossières qui les encastrent en rectangle, ces tombes étaient recouvertes superficiellement, et d'une manière certainement intentionnelle, d'une couche d'éclats de pierre paraissant provenir du travail desdites dalles. La parfaite intégrité de cette couche montre que les sépultures fouillées par nous étaient encore telles qu'elles avaient été fermées.

La nature des pierres employées peut expliquer cette disparition totale des squelettes. Ces pierres sont des Rhyolites [1] très fortement acides ; le sol de cette région est dépourvu d'éléments calcaires, et les eaux de ruissellement, dont l'acidité ne peut être ici neutralisée, ont pu dissoudre les os sans en laisser trace. En d'autres termes, nous sommes en présence d'un milieu éminemment défavorable à la conservation des organismes, et cette seule considération suffit à expliquer l'absence de restes humains dans ces sépultures, même en dehors de toute hypothèse de remaniement, combattue en outre par nos observations directes sur l'intégrité des tombes.

---

(1) Voir à ce sujet la Note présentée par M. Arsandaux à l'Académie des Sciences. (*Sur l'extension des roches alcalines dans le bassin de l'Aouache*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 13 février 1905.)

Enfin les croyances populaires et les légendes dont sont entourés ailleurs des monuments semblables et qui cachent souvent, sous une fiction héroïque, un souvenir réel de l'origine, font ici totalement défaut.

Les habitants interrogés n'ont rien su nous dire de ces pierres qui leur paraissent seulement la manifestation d'un culte étranger, sans qu'aucun mythe s'y rattache. L'indice que peut donner, dans d'autres régions, la tradition populaire, nous fait ainsi défaut et c'est grâce à des identifications ou à des rapprochements scientifiques seuls, que l'on pourra déterminer tant l'origine que l'affectation de ces monuments, ainsi que le sens des sculptures qui les couvrent.

GISEMENT DE TIYA

Fig. 1. — Aspect général du gisement de Tiya.

Dimensions. — Longueur (N.-S.) : 60 mètres.
— Largeur : 40 mètres.

Le détail de chaque pierre est donné ci-dessous.

Fig. 2. — Pierre n° 1 du gisement de Tiya.

Dimensions. — Longueur : 2m 20.
— Largeur : 1m 20.

Cette pierre est presque couchée sur le sol.

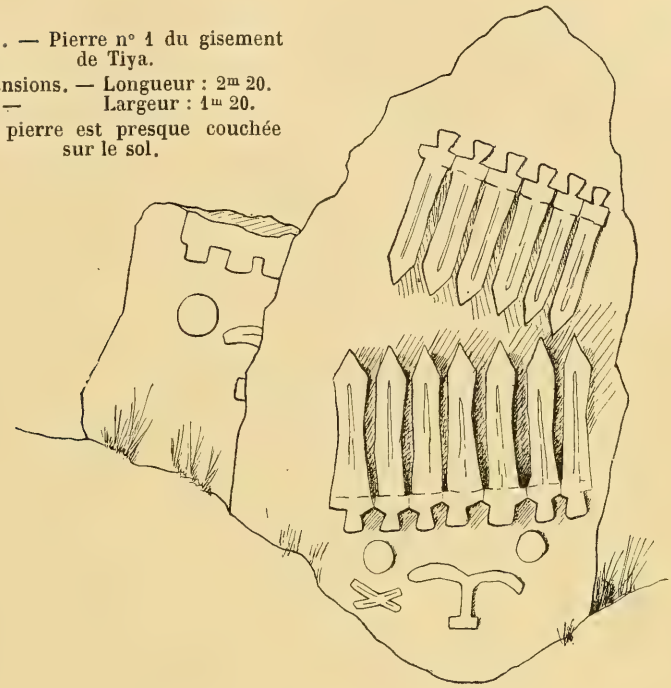


Fig. 3. — Pierre n° 2 du gisement de Tiya.

Dimensions. — Longueur : 1m 30.
— Largeur : 0m 80.

Cette pierre est à plat sur le sol.

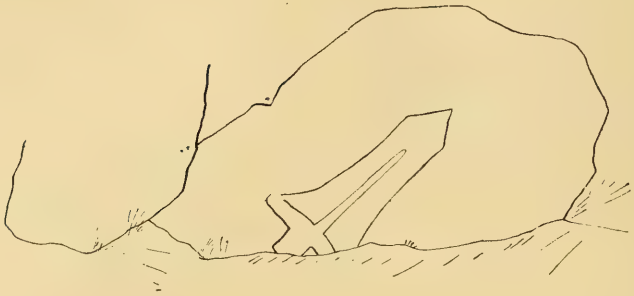


Fig. 4. — Pierre n° 3 du gisement de Tiya.

Dimensions. — Longueur : 1m 50.
— Largeur : 0m 90.

Cette pierre est inclinée à 45° vers l'avant.

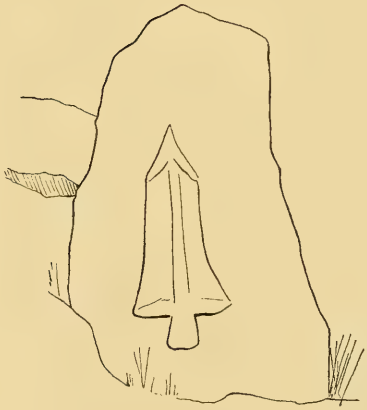


Fig. 5. — Pierre n° 4 du gisement de Tiya.

Dimensions. — Longueur : 1m 40.
— Largeur moy. : 0m60.

Cette pierre est inclinée à 30° vers l'avant.

Fig. 6. — Pierre n° 5 du gisement de Tiya.

Dimensions. — Hauteur : 1m 70.
— Largeur : 0m 80.

Cette pierre est verticale.

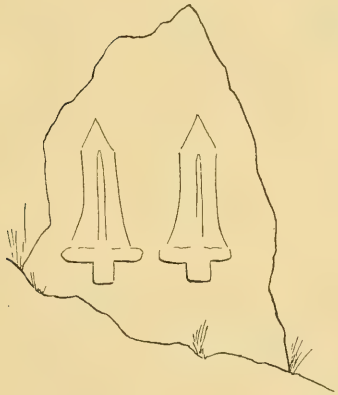


Fig. 7. — Pierre n° 6 du gisement de Tiya.

Dimensions. — Longueur : 1m 50.
— Largeur : 0m 75.

Cette pierre est couchée à plat sur le sol.

PREMIER GISEMENT DE SAMMBO

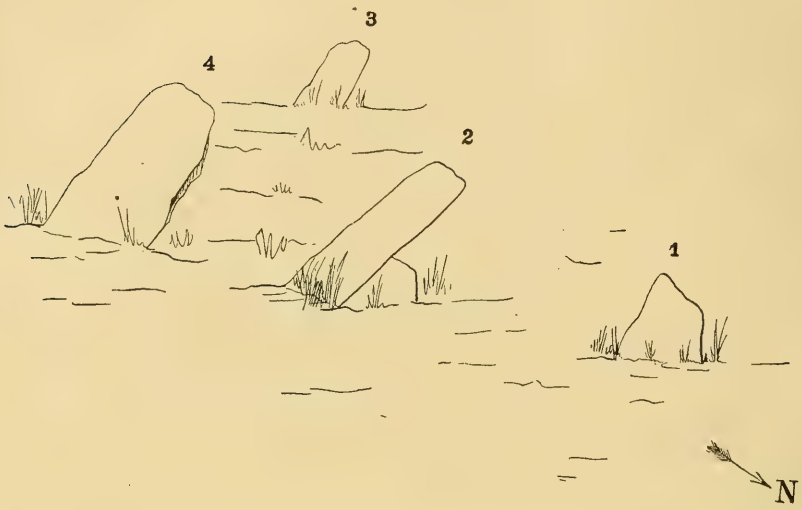


Fig. 8. — Aspect général du gisement.

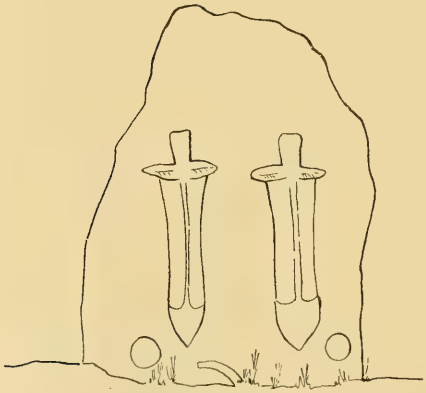


Fig. 9. — Pierre n° 1 du premier gisement de Sammbo.
Dimensions. — Longueur : 1m 50.
— Largeur : 0m 95.
Cette pierre est inclinée à 60° en arrière.

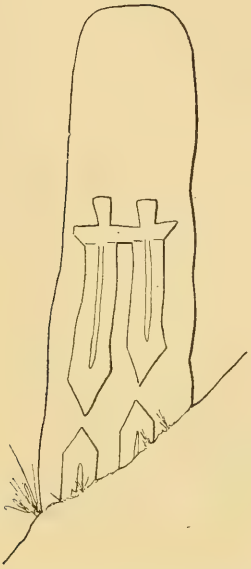


Fig. 10. — Pierre n° 2 du premier gisement de Sammbo.
Dimensions. — Longueur : 2^m 20.
— Largeur : 0^m 55.
Cette pierre forme avec le sol, à droite, un angle de 30°.

Fig. 11. — Pierre n° 3 du premier gisement de Sammbo.
Dimensions. — Longueur : 1^m 50.
— Largeur : 0^m 70.
Cette pierre, droite, forme avec le sol, à droite, un angle de 60°.

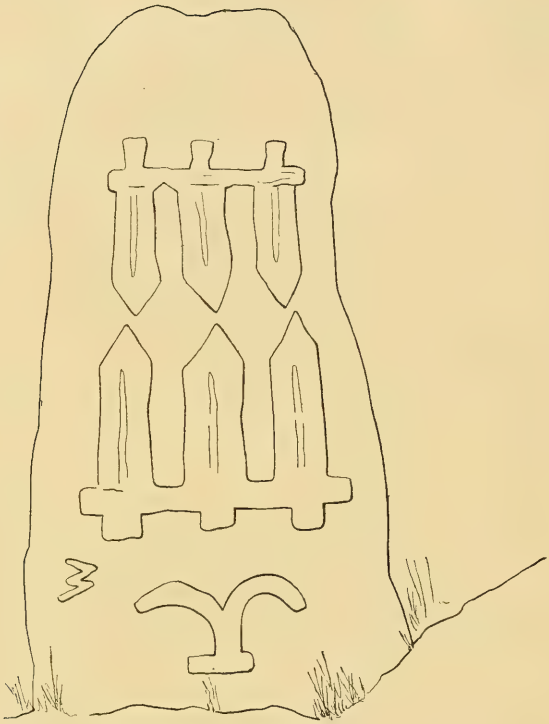


Fig. 12. — Pierre n° 4 du premier gisement de Sammbo.

Dimensions. — Longueur : 2^{m} 80.
— Largeur : 0^{m} 90.

Cette pierre est inclinée en arrière à 45°.

SECOND GISEMENT DE SAMMBO

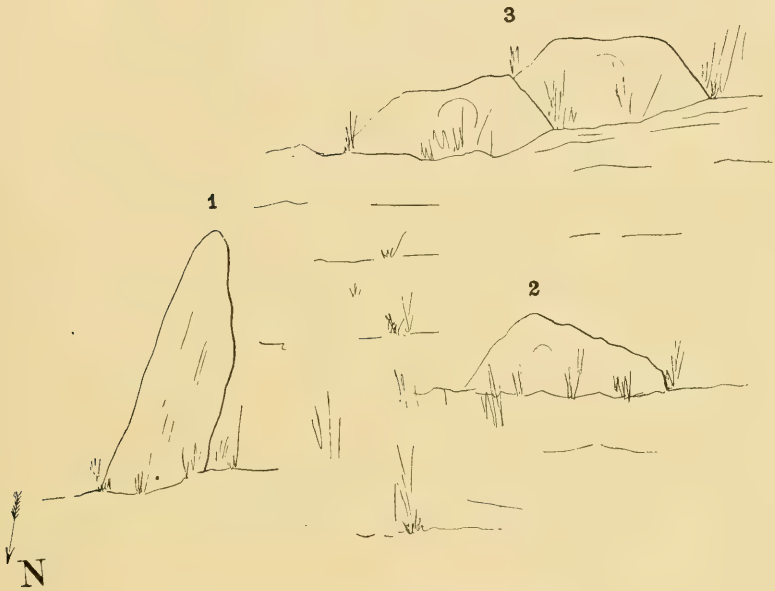


Fig. 13. — Aspect général du gisement.

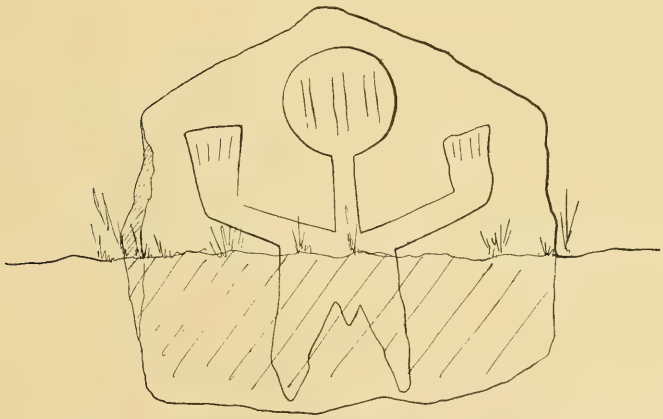


Fig. 14. — Pierre n° 2 du second gisement de Sammbo.
Dimensions. — Hauteur : 1m 20. Largeur : 1m50.
Cette pierre, droite, est enfouie sur la moitié de sa hauteur.

Fig. 15. — Pierres n° 3 du second gisement de Sammbo.
Dimensions. — Hauteur : 2 mètres.
— Largeur : 1m 50.
Ces pierres sont droites et enfouies sur les 3/4 de leur hauteur.

GISEMENT DE SÉDÈNE

Fig. 16. — Aspect général du gisement.
Dimensions. — Larg. (dir. N.-S.) : 15 mètres.
— Longueur : 20 mètres.
A l'est, 150 tombes environ, sur 60 mètres de largeur et 50 de longueur.
+ un des points où ont été effectuées des fouilles.

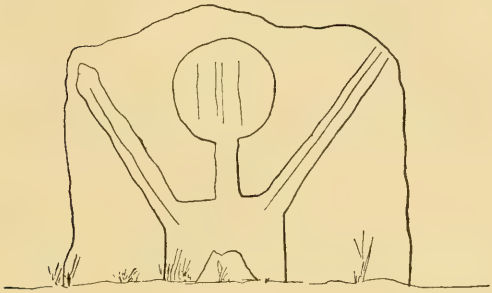


Fig. 17. — Pierre n° 1 du gisement de Sédène.
Dimensions. — Hauteur : 0m 80.
— Largeur : 1m 10.
Pierre droite, enfoncée dans le sol.

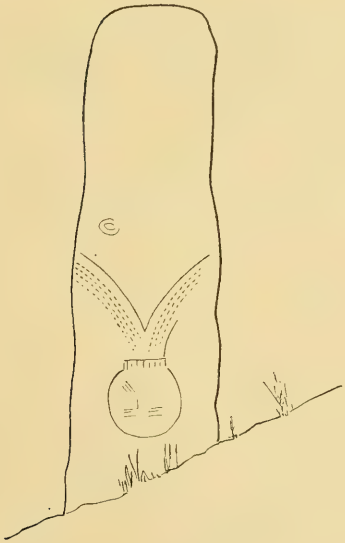


Fig. 18. — Pierre n° 2 du gisement de Sédène.
Dimensions. — Longueur : 2m 30.
— Largeur : 0m 60.
Cette pierre fait un angle d'environ 50° avec le sol, à droite.

Fig. 19. — Pierre n° 3 du gisement de Sédène.
Dimensions. — Hauteur : 1m 60.
— Largeur moyenne : 1m.
Cette pierre est inclinée en avant et fait avec le sol un angle de 70° environ.

Fig. 20. — Pierre n° 4 du gisement de Sédène.
Dimensions. — Longueur : 1m10.
— Largeur : 0m 50.
Cette pierre est inclinée en avant.

ÉTUDES

SUR LA CORRÉLATION EMBRYONNAIRE

par Jan TUR.

(Travail du Laboratoire Zootomique de l'Université de Varsovie).

Au cours de mes recherches morphologiques sur les stades jeunes du développement des Oiseaux et des Reptiles (modes d'évolution des formations gastruléennes : la ligne et la gouttière primitive, le prostoma, leur signification embryologique et leurs homologies) — mon attention fut attirée par les phénomènes de la croissance embryonnaire et les relations formatives qui peuvent exister entre les diverses parties d'un même blastoderme dès les premiers moments d'évolution. En étudiant un matériel très abondant (environ 3 000 embryons dont 2 000 de Poule), je fus frappé par les très nombreuses variations individuelles qui se rencontrent chez les embryons de toutes les espèces. Je crus devoir m'arrêter à l'examen de ces variations, afin d'essayer d'établir des séries conduisant de ces variations aux diverses monstruosités embryonnaires. Dans le but de contrôler quelques considérations que suggérait l'examen de ces variations et monstruosités spontanées (naturelles), j'ai essayé de ralentir ou de faire dévier expérimentalement le développement de différents territoires embryonnaires : il s'agissait de voir si ces territoires ne se trouvent pas dans une mesure quelconque en rapports corrélatifs avec d'autres territoires formatifs.

Ces recherches comparatives et expérimentales m'ont fourni un certain nombre de faits qui me paraissent de nature à jeter quelque lumière sur la question de la corrélation embryonnaire chez les espèces étudiées. Certes, mes études sont encore très incomplètes, et le moment où je pourrai les rassembler d'une façon plus ou moins définitive est encore très éloigné. Je crois, néanmoins, que les résultats actuellement obtenus peuvent être d'ores et déjà publiés, comme con-

tribution à la question de la corrélation embryonnaire, question si compliquée et soulevant un des problèmes les plus intéressants de la « mécanique du développement ».

Cette publication m'a été inspirée par mon excellent confrère Etienne Rabaud, qui a récemment exposé d'une manière claire et précise l'état actuel de cette importante question dans son article intitulé : « Les Corrélations embryonnaires au point de vue de l'embryologie générale » (1).

Une des conclusions qui découlent de cet article est que, si aux stades relativement avancés de l'organogenèse (par exemple, formation des yeux et des fossettes olfactives), on peut parfois constater une évidente corrélation entre deux ébauches naissant sans un lien immédiat — cependant, dans les premières phases embryogéniques la corrélation est presque nulle. En outre, contrairement à l'opinion de A. Fischel qui, par ses mensurations prises sur des embryons de Canard (2), était conduit à conclure que si la corrélation ne paraît que très insignifiante pour les stades jeunes, elle s'établit au cours de l'évolution d'une manière croissante, Et. Rabaud — s'appuyant sur des données précieuses d'embryologie anormale — démontre qu'en général ces liens corrélatifs « ne se resserrent point au fur et à mesure que l'évolution progresse » (*l. cit.*, page 764).

On ne saurait trop, avec Et. Rabaud, insister sur ce point que pour le problème des corrélations embryonnaires (comme pour tous les autres du même domaine) les faits d'embryologie anormale peuvent seuls fournir des preuves et des arguments positifs et indiscutables. En vérité, les phénomènes d'évolution monstrueuse parlent d'une manière décisivement convaincante, tandis que « l'évolution normale montre toujours des faits comparables : chaque ébauche vient à sa place... » (*l. c. passim*). C'est un argument qui aurait dû être depuis longtemps porté contre cette méthode déplorable dont abusent presque tous les embryologistes, méthode qui consiste en descriptions d'embryons isolés donnés comme représentant une « norma typique » pour un « stade » donné. Mais si, au contraire, nous essayons d'envisager le développement dit « normal » au point de vue des variations individuelles des embryons de tous les âges, même les plus jeunes, si nous appliquons à cette étude *les méthodes embryométriques* — nous pourrons tirer même de ces embryons « normaux » beaucoup de rensei-

(1) *Revue des Idées*. 1904, n° 10, p. 753-771.
(2) *Ueber Variabilität und Wachsthum des embryonalen Korpers*. Morphologisches Jahrbuch, 24 Band. 1896.

gnements précieux pour la solution des questions de la corrélation évolutive. Ainsi les variations individuelles normales et les évolutions anormales, qui s'enchaînent entre elles par des transitions ininterrompues, sont les matériaux indispensables pour toute recherche embryologique, quoi qu'en puissent dire les auteurs qui nient encore la valeur des considérations tirées de l'embryologie anormale, relativement aux problèmes de leur embryologie *schématique*.

Déjà, Mehnert — dont le mémoire : *Individuelle Variationen der Wirbelthierembryo* (1) doit servir de point de départ pour chaque embryologiste qui veut sortir du schématisme — en ne comparant que des embryons « normaux » dans leurs infinies modifications individuelles, a abouti à nier absolument l'existence d'une corrélation embryonnaire. Le même auteur, dans son autre livre (2), exprime d'une façon définitive, que : *Ein jedes Organ für sich ein selbstandiges Wachsthumscentrum ist* (*l. c.* page 75)... Cette absence de corrélation, si invraisemblable quand on se borne à l'étude des embryons isolés, se manifeste parfois d'une façon surprenante quand on étudie comparativement les variations normales aboutissant aux limites tératologiques les plus graves.

Ainsi donc, en se rangeant totalement au point de vue de Et. Rabaud, à savoir que la corrélation embryonnaire doit être surtout étudiée sur les matériaux tératologiques, spontanés ou expérimentaux, j'ajouterais qu'il paraît aussi indispensable de relier cette étude à celles des vartions embryonnaires. Cela nous permettra d'élucider les questions soulevées par toutes les possibilités évolutives qui sont à la portée de nos méthodes actuelles.

Dans ce travail je me bornerai à exposer les principaux faits que j'ai constatés par les mensurations des variations individuelles et par l'étude des monstruosités spontanées et expérimentales. Ces faits touchent surtout à la question de l'existence d'une corrélation entre les parties centrales et périphériques. Il s'agit donc ici de savoir si l'état des parties centrales figurées du corps embryonnaire doit se répercuter fatalement sur la croissance périphérique, sur l'extension de l'aire opaque et la différenciation de ses dérivés (formations vasculaires). A vrai dire, la question n'est pas nouvelle : elle était déjà résolue dans le sens de la négative par C. Dareste qui, en parlant de monstres anidiens (3), a nié toute corrélation de ce genre et émettait l'opinion que

(1) *Morphologische Arbeiten*. II Heft. 1895.
(2) *Biomechanik erschlossen aus dem Princip der Organogenese*. Jena 1898.
(3) *Recherches sur la production artificielle des Monstruosités*, 2e éd. 1891, page 284.

ces deux parties de l'embryon de la Poule sont indépendantes l'une de l'autre. Néanmoins, je crois qu'il n'est point inutile de confirmer cette idée par des faits nouveaux, constatés à l'aide de méthodes variées.

I

Mes études sur les variations embryonnaires ont porté sur presque tous les stades jeunes du développement — depuis l'apparition des premiers linéaments du corps embryonnaire (ligne primitive), jusqu'aux stades correspondants à la troisième journée de l'incubation du Poulet (définition très vague, mais à laquelle nous sommes cependant contraints de recourir parfois...). Il est évident que, tandis que le développement s'avance et que les différenciations des diverses parties du système embryonnaire deviennent de plus en plus complexes et variées, le tableau général d'un embryon devient de plus en plus difficile à analyser, car il faut tenir compte de plusieurs formations embryonnaires à la fois. L'analyse embryométrique des embryons, pourvus par exemple de sept paires de protovertèbres, est très compliquée, parce qu'ici sont à mesurer et à déterminer plusieurs parties, telles que ligne primitive (qui tend à disparaître), longueur de la région des somites, dimensions de chacun de ceux-ci, grandeur des espaces intersomitiques, dimensions des ébauches de l'encéphale, intestin céphalique, dimensions et forme générale de l'aire vasculaire, état de différenciation des îlots sanguins, surface totale du blastoderme étalé sur un grand segment de la sphère du jaune, etc. Ici intervient aussi la mensuration nécessaire (négligée par A. Fischel) de la *largeur* des diverses régions de la plaque ou tube nerveux, qui présente des variations considérables, aboutissant à la formation de la cyclocéphalie, si fréquente chez les Oiseaux... Mes recherches personnelles ne sont pas encore complètement achevées à cet égard, mais je peux déjà noter que c'est surtout la complexité du tableau général et non la réduction réelle de la variabilité qui rend les embryons des stades avancés plus ressemblants entre eux.

Pour le problème spécial qui nous intéresse ici, il est surtout important de comparer des stades aussi strictement définissables que possible. Il est alors nécessaire de s'adresser aux stades relativement jeunes et d'étudier leurs variations sur un nombre d'embryons le plus grand possible. Les variations embryonnaires aux stades de la ligne et gouttière primitives sont très nombreuses, et leurs amplitudes sont si larges qu'on peut les utiliser pour examiner la question d'une

corrélation entre les parties centrales et périphériques des blastodermes. Mais, même en me bornant à l'étude de ces stades si jeunes, j'ai rencontré de graves difficultés. C'est que la formation de la ligne primitive et sa transformation en gouttière primitive s'accomplissent pendant une durée assez considérable et bien variable ; on ne peut donc comparer entre eux tous les blastodermes aux stades de la ligne et gouttière primitives, car il est assez difficile de reconnaître si une ligne primitive donnée a déjà achevé son accroissement en longueur. Il en est de même pour la gouttière primitive qui s'accentue progressivement d'avant en arrière : ainsi on risque — en négligeant ces détails — de comparer l'accroissement périphérique de blastodermes dont l'évolution des parties centrales n'a pas atteint le même degré. .

Je suis parvenu à éviter ces difficultés en m'appuyant sur les recherches de mon vénéré Maître, M. le professeur P.-J. Mitrophanow. Celui-ci, au cours de ses observations et expériences sur le développement des Oiseaux, a constaté que, dès l'apparition du prolongement céphalique, l'évolution des parties situées en arrière de celui-ci s'arrête, tandis que le centre des différenciations ultérieures se transfère en avant, dans la région céphalique de l'aire transparente. Dès ce moment, l'évolution de la gouttière primitive devient stationnaire, pour subir plus tard une involution (1).

Partant de ce principe, j'ai porté mon attention sur le stade où apparaissent les premières traces de la corde dorsale, stade qui est figuré sur la fig. 67, pl. IV du classique *Atlas d'Embryologie* de Mathias Duval. L'embryon qui a servi pour le dessin de Mathias Duval a subi 19 heures d'incubation ; dans mon matériel, je trouve de tels stades après 18-26 heures. On sait bien, d'ailleurs, que la définition d'un « stade » d'après la durée de l'incubation n'est que très vague, parce que la variabilité est très large à cet égard.

Le stade choisi présente de nombreux avantages : il n'est point obscurci par des détails organogéniques, il est facilement définissable ; il représente en outre un état embryonnaire transitoire et de très courte durée. Grâce à cette dernière circonstance, les blastodermes correspondant exactement à la figure indiquée de *l'Atlas* se rencontrent assez rarement : dans mon matériel je n'en ai trouvé qu'une cinquantaine, d'où je devais encore exclure la moitié et pour les motifs suivants :

Je me suis proposé de n'utiliser pour les mensurations de ce stade

(1) P.-J. Mitrophanow : « Teratogenetische Studien. III. Einfluss der veränderten Respirationsbedingungen auf die erste Entwickelung der Hühnerembryos. » Archiv fur Entwickelungsmechanik d. Organ. X. Band, 1 Heft. 1900.

que des blastodermes qui correspondent aussi exactement que possible à celui qui a été représenté par M. Duval. A ce stade, malgré sa simplicité apparente, on peut constater de nombreuses variations individuelles, touchant aussi bien les dérivés de l'aire transparente que ceux de l'aire opaque. Quant aux premiers, il est à noter que parfois, — même au début de l'apparition de la corde dorsale — à l'extrémité antérieure de l'aire transparente se dressent déjà les replis proamniotiques (comparables à ceux de l'embryon figuré par M. Duval à la fig. 71 de son Atlas). De même, les lames médullaires prennent aussi souvent un développement précoce : elles apparaissent dès que les premières traces de la corde dorsale commencent à se dessiner. Le développement des ébauches de l'aire vasculaire peut également varier à ce stade, de sorte qu'il se forme parfois des îlots sanguins d'une netteté très évidente... Ces variations sont très curieuses et nous y reviendrons plus loin, mais — pour le moment — nous ne nous adresserons qu'aux « embryons-modèles ».

Nos d'ordre.	Diamètre longitudinal du blastoderme.	Longueur de l'aire transparente.	Longueur de la gouttière primitive.
1	7,2	2,9	2,0
2	8,2	2,8	2,0
3	8,4	3,5	2,4
4	8,5	3,5	2,5
5	8,6	3,6	2,3
6	8,6	4,0	2,2
7	8,7	3,3	2,3
8	8,8	2,9	2,0
9	9,0	4,0	2,1
10	9,3	3,5	2,2
11	10,2	2,9	1,8
12	10,2	3,7	2,5
13	10,8	3,5	2,2
14	10,8	3,6	2,5
15	11,0	2,9	2,0
16	11,3	2,9	2,0
17	11,6	2,5	1,5
18	11,8	3,7	2,2
19	12,7	4,0	2,6
20	13,0	3,8	2,0
Moyennes	9,93	3,37	2,16

Tous les embryons, correspondant à celui de M. Duval, furent mesurés strictement au microscope, à l'aide de l'oculaire micrométrique n° 3 de Reichert et l'objectif *a* * de Zeiss (1). Dans le tableau ci-joint j'expose les valeurs obtenues des dimensions suivantes : 1)

(1) Tous les embryons de mon matériel, aussi bien incubés dans les conditions normales que ceux qui ont été expérimentés, — ont subi le traitement technique identique. Ils ont été fixés à l'aide d'acide nitrique à 3 °/₀, puis colorés à l'hématoxyline de Bœhmer et inclus dans le baume de Canada. L'identité des procédés de fixation, coloration, etc., est indispensable pour que les données embryométriques présentent des valeurs comparables.

diamètre longitudinal du blastoderme, 2) longueur de l'aire transparente et 3) longueur de la ligne primitive. Les blastodermes sont disposés dans l'ordre numérique suivant les valeurs ascendantes des diamètres longitudinaux dont le plus petit (n° 1) n'est que de 7,2^{mm}, et le plus grand (n° 20) atteint 13,0^{mm}, c'est-à-dire est presque double.

Les mêmes données numériques mettent encore mieux en évidence ces curieuses variations embryonnaires quand on les dispose en un graphique, comme celui de notre fig. 1.

Ici, sur les mêmes ordonnées, une pour chaque embryon, et disposées de gauche à droite avec des intervalles de 10^{mm} (1), sont dressées les valeurs numériques indiquées : p. ex. sur la première ordonnée le point *a*, élevé à 72^{mm}, correspond à la valeur du diamètre

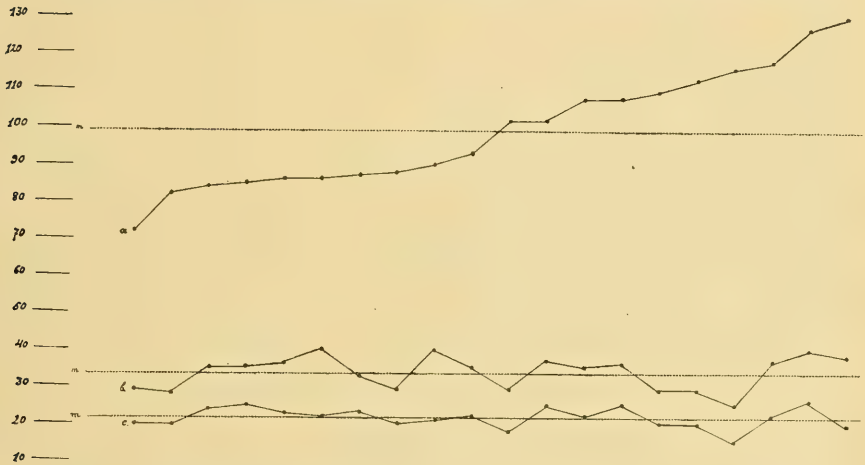


Fig. 1. — Graphique représentant les variations de diamètre (*a*), des longueurs de l'aire transparente (*b*) et des lignes primitives (*c*) des 20 blastodermes de Poule ; *m*, *m*, *m* — moyennes. — Les embryons sont disposés de gauche à droite selon les valeurs ascendantes de leurs diamètres (voir la table numérique).

longitudinal du blastoderme n° 1 ; le point *b* sur la même verticale correspond à la longueur de son aire transparente, et le point *c* à celle de sa ligne primitive. Les points indiquant la grandeur des trois éléments mesurés sur 20 blastodermes sont joints par des lignes droites et ainsi est dressée la graphique qui indique les relations entre ces trois grandeurs variables.

En étudiant ces résultats des mensurations, nous voyons que les

(1) Dans le graphique ci-joint, de 5^{mm}, la figure étant réduite à 1/2.

diamètres longitudinaux de blastodermes d'une stade donnée dont les aires transparentes ont atteint un état comparable, sinon identique, peuvent varier, de telle sorte que le minimum de la croissance périphérique s'exprime par le diamètre 7,2 et le maximum par 13,0 !...

Il est important de se rappeler que la quantité du matériel cellulaire, élaboré au sein des aires opaques de ces blastodermes, varie proportionnellement *aux carrés de leurs rayons* ! Notre fig. 2 — où nous avons superposé les deux blastodermes 1 et 20 d'après notre notre méthode graphique (1) — indique cette différence surprenante de la

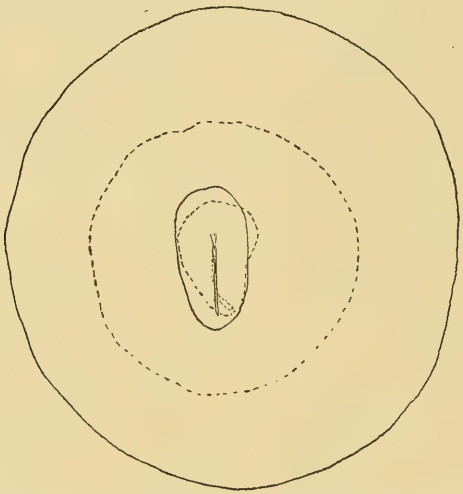


Fig. 2. — Blastoderme n° 1 (voir la table numérique) superposé sur celui du n° 20. N° 1 indiqué par lignes ponctuées, n° 2 par lignes continues. Camera lucida. Grossissement 5 fois.

croissance périphérique de deux germes dont les parties axiales ont atteint précisément le même degré de développement.

De ces données embryométriques surgit cette conclusion inévitable que les variations de la croissance de l'aire opaque sont tellement larges qu'il est impossible de supposer l'existence d'une corrélation quelconque entre la prolifération cellulaire au sein de cette aire et les processus formatifs dont les parties centrales sont le siège. — Nous sommes, bien au contraire, portés à croire que les processus d'ex-

(1) J. Tur : « Sur l'application d'une méthode graphique aux recherches embryologiques ». Bibliographie Anatomique. 1902.

tension du blastoderme sur la surface nutritive du jaune jouissent d'une certaine autonomie évolutive vis-à-vis des processus qui intéressent le corps même de l'embryon.

*
* *

Avant de passer à l'examen des diverses possibilités relatives au développement ultérieur des parties centrales et périphériques, — qui, n'étant pas liées par des liens corrélatifs saisissables, donnent un vaste champ aux variations, en sortant même des limites (si elles existent !) de l'embryologie dite normale pour entrer dans le domaine infini de la tératogénie, — nous devons nous arrêter sur la question de savoir s'il existe vraiment une corrélation entre le mode d'évolution des quelques parties figurées de l'aire transparente et celui des régions intérieures de l'aire opaque qui les avoisinent immédiatement ?

On admet en général qu'entre la formation et la croissance de la ligne primitive, et les changements de la forme et des dimensions de l'aire transparente il existe un parallélisme constant. L'aire transparente, d'abord circulaire, s'étire en arrière chez les Oiseaux, comme si elle était liée à la croissance de la ligne primitive... Sur l'origine, le mode de formation et la direction de la croissance de la ligne primitive, on a émis beaucoup de théories contradictoires. On doit actuellement considérer comme définitivement établi que la ligne primitive se différencie d'avant en arrière, en s'allongeant vers le bord postérieur de l'aire transparente. Or, *dans la grande majorité des cas*, on peut bien constater que l'aire opaque recule de-

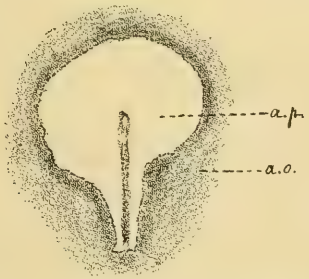


Fig. 3. — Blastoderme de Canard, incubé pendant 22 heures. *a. p.* — l'aire transparente ; *a. o.* — l'aire opaque. Grossiss. 10 fois. Camera lucida.

vant la ligne primitive, comme pour lui faire place, de sorte qu'on est porté à admettre une corrélation bien étroite. Un exemple de ce genre est représenté sur notre fig. 3, où, dans l'embryon de Canard,

la partie postérieure de l'aire transparente s'étire en forme d'une bande longue et très étroite comme pour recevoir la partie correspondante de la ligne primitive (1). En examinant les lignes *b* et *c* de notre graphique (fig. 1), c'est-à-dire les variations de longueur des aires transparentes et des lignes primitives correspondantes — on peut distinguer un certain parallélisme qui semble d'ordre corrélatif... Mais d'autre part on rencontre aussi des cas où cette corrélation est loin d'être aussi évidente : la ligne primitive en s'allongeant d'avant en arrière peut arriver au contact du bord postérieur de l'aire transparente et même la dépasser en se propageant au-dessus de l'aire opaque, sans provoquer dans la constitution de cette aire le moindre recul corrélatif. Nos figures 4, 5 et 6 représentent

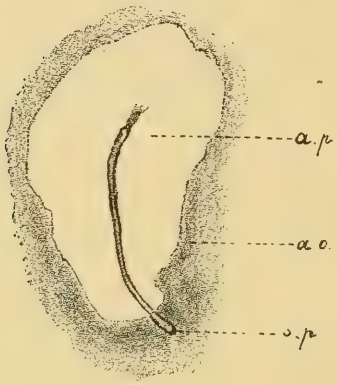


Fig. 4. — Embryon de Poule ; *a. p.* — l'aire transparente ; *a. o.* — l'aire opaque ; *s. p.* — l'extrémité postérieure de la ligne primitive qui dépasse le bord de l'aire pellucide. Grossiss. 10 fois. Camera lucida.

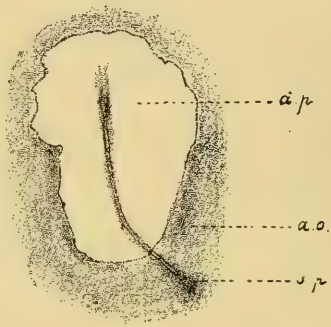


Fig. 5. — Embryon de la Poule. 25 heures d'incubation. Lettres comme pour la fig. 4. Camera lucida. Grossiss. 10 fois.

trois exemples de cette incorrélation entre la croissance de la ligne primitive et le bord de l'aire opaque.

L'extrémité postérieure de la ligne primitive présente très souvent — chez les embryons de Poule — un épaississement spécial en forme de nœud. D'après mes recherches, ce « nœud caudal » est une forma-

(1) Cette forme spéciale de l'aire transparente n'est pas du tout obligatoire pour les embryons de Canard : c'est une forme particulière de variation. La même forme paraît être « typique » pour les embryons de *Dromaeus* (voir Haswell : « Observations on the early Stages in the development of the Emu — Dromaeus Novae-Hollandiae. » Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. 1887. Pl. VIII.

tion constante chez les embryons de Pintade (Numida meleagris L.). Il commence à se développer de très bonne heure, pendant que l'aire transparente conserve encore sa forme circulaire, — et ne provoque aucune modification dans la structure de l'aire opaque (fig. 7).

D'autre part, on peut citer des cas où l'aire transparente se mo-

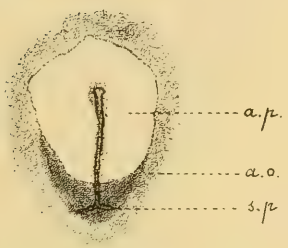


Fig. 6. — Embryon de Poule. Lettres comme pour les figures précédentes. Camera lucida. Grossiss. 10 fois.

Fig. 7. — Partie centrale d'un embryon de Pintade (Numida meleagris L.) *a. o.* — l'aire opaque ; *l. p.* — ligne primitive ; *n.* H. nœud de Hensen ; *n. c.* — « nœud caudal ». D'après une microphotographie (1). Grossis. 22 fois.

difie en s'étirant en arrière, tandis que la ligne ou gouttière primitive reste en l'état d'un simple nœud de Hensen ou d'une invagination prostomoïde. Chez le Corbeau freux (Corvus frugilegus), par exemple, la gouttière primitive peut se présenter sous la forme d'une fente très courte, occupant le centre de l'aire transparente, mais celle-ci néanmoins prend la forme oblongue (2) qui ne peut s'expliquer par une corrélation immédiate.

Ainsi donc la corrélation entre la ligne primitive et l'aire transparente ne paraît être que très vague : elle souffre d'assez nombreuses exceptions pour que l'on puisse la nier complètement. Ici, nous devons indiquer le fait exceptionnel, décrit par Whitman, de la croissance

(1) Tous les dessins portant l'annotation « d'après une microphotographie » ont été exécutés de la manière suivante : sur l'épreuve microphotographique, tirée sur un papier spécial (« Solio »-mat) les contours sont passés à l'encre de Chine ; puis, en plongeant le papier dans une solution concentrée de sublimé corrosif, — on fait disparaître la teinte brune de l'épreuve, de sorte qu'il ne reste que le dessin noir à l'encre, qui peut être reproduit par la voie directe, comme un dessin ordinaire au trait.

(2) P. J. Mitrophanow : « Ueber den Gastrulationsvorgang der Amnioten. » Verh. d. Anat. Ges. XII Versam. 1898, page 222, fig. 7.

exagérée de la ligne primitive, sans aucun changements corrélatifs dans l'aire opaque (1). Dans ce cas, la gouttière primitive, après avoir parcouru l'aire transparente de dimensions et de forme normales, s'allonge jusqu'au bord périphérique de l'aire opaque, de sorte qu'elle la traverse dans toute sa largeur... Ce cas tératologique, — qui, d'ailleurs, ne paraît guère confirmer la fameuse « théorie de concrescence » — indique tout de même que la prolifération ecto-mésodermique qui se manifeste par la formation de la ligne primitive n'entraîne d'une façon nécessaire de modifications corrélatives au sein de l'entoderme vitellin et du parablaste dont les changements détermineront la forme et les dimensions de l'aire transparente.

*
* *

Revenant à la question de l'indépendance évolutive de l'aire opaque, nous constatons que cette autonomie peut se manifester sous deux formes : 1) celle d'accroissement périphérique, qui tend à envahir la surface du jaune en dépit des troubles, même les plus graves, qui peuvent menacer les parties axiales de l'embryon — 2) d'évolution des formations vasculaires sans rapport avec le développement du corps embryonnaire. Ici nous passons aux phénomènes indubitablement tératologiques qui, dans leurs termes extrêmes, aboutissent à la formation de monstres anidiens (*blastodermes sans embryon*), mais qui, d'autre part, se relient par des transitions sériées aux variations « normales » que nous venons de mentionner. La monstruosité n'étant autre chose qu'une variation de grande amplitude, on pourrait déjà supposer *a priori* que l'autonomie évolutive de l'aire opaque doit se manifester par les processus tératologiques spéciaux qui consisteront dans une dysharmonie plus ou moins grave entre les parties centrales et périphériques de l'embryon. Cette dysharmonie peut être indiquée dès les stades relativement très précoces.

Comme formes de variations légères, qui néanmoins ne sont que le premier degré vers la formation de monstruosités plus graves, j'indiquerai les cas où les premières ébauches des formations vasculaires naissent autour d'une aire transparente dont les composants n'ont point dépassé le stade de la ligne primitive. Ces cas sont assez fréquents. L'un d'eux est représenté sur notre fig. 8.

De ces « variations » aux « monstruosités » touchant déjà de près

(1) C. O. Whitman : « A Rare Form of the Blastoderm of the Chick, and its Bearing on the Question of the Formation of the Vertebrate Embryo. » Quarterly Journal of Microscopical Science. Volume XXIII. 1883.

aux vrais anidiens il n'y a qu'un pas. J'ai dans mon matériel plusieurs blastodermes semblables à celui qui est représenté dans la fig. 9 et qui peut être considéré comme « typique » pour ce genre d'ano-

Fig. 8. — Embryon de Poule, au stade de la ligne primitive et avec les premiers signes de la formation vasculaire; *i. s.* — îlots sanguins. Camera lucida. Grossis. 10 fois.

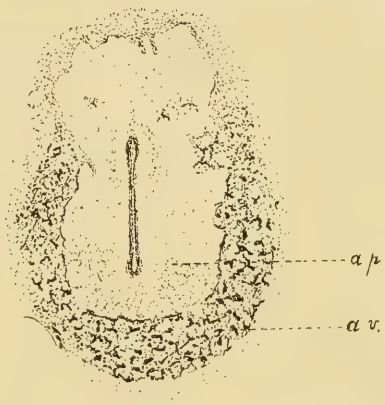


Fig. 9. — Embryon de Poule (région centrale) incubé pendant 47 1/2 heures. *a. p.* — l'aire transparente ; *a. v.* — l'aire vasculaire. D'après une microphotographie. Grossis. 10 fois.

malies. C'est un embryon de Poule qui a subi 47 h. 1/2 d'incubation dans les conditions normales (couveuse à 39° C.). L'accroissement périphérique du blastoderme s'est effectué presque normalement : son diamètre atteint environ 15 mm. Au centre de ce blastoderme, un peu plus près de son bord antérieur, nous voyons l'aire transparente (*a. p.*), longue de 3,7 mm., et large de 1,8 mm. Dans cette aire transparente existe une ligne primitive longue de 1,9 mm. qui porte dans toute sa longueur le sillon de la gouttière primitive ; ce sillon est prononcé plus fortement aux deux extrémités de la ligne. Autour de cette aire pellucide, l'aire opaque s'est déjà fortement différenciée, de sorte quelle présente un vrai réseau vasculaire (*a. v.*). développé d'une façon normale vu la durée de l'incubation et dont les îlots sanguins commencent à s'anastomoser. Il est à noter que cette aire vasculaire, surtout prononcée autour de la partie postérieure de l'aire transparente, semble être sur le point d'émettre un petit réseau d'anastomoses vers le centre de celle-ci : la partie caudale de la gouttière primitive est déjà entourée par ce réseau très fin. De même, quelques îlots sanguins apparaissent dans l'aire pellucide au niveau de l'extrémité céphalique de la ligne primitive.

Cet embryon doit être indubitablement considéré comme frappé d'un développement inégal de ses deux composants : les parties axiales n'ont pu dépasser le stade de la gouttière primitive — stade trop tardif vu la durée de l'incubation (1),— tandis que l'aire vasculaire s'est développée d'une façon régulière et a pris beaucoup d'avance sur les dérivés de l'aire transparente. De plus, nous voyons ici les premières manifestations d'une tendance — de la part de l'aire vasculaire — à s'insinuer dans l'aire pellucide à l'aide de fins prolongements vasculaires... La croissance périphérique de ce blastoderme était bien normale. — En somme, tout se passait comme d'ordinaire dans cet embryon — sauf un « arrêt de développement » de ses parties centrales, ces parties « principales », qui déterminent l'individualité même du germe...

Nous avons déjà dit que cette forme monstrueuse peut être facilement déduite des cas de développement précoce de l'aire vasculaire, et d'autre part elle se rattache assez étroitement aux « anidiens à l'aire vasculaire » dont la constitution est maintenant bien connue, grâce aux recherches de Et. Rabaud (2).

Je dois encore mentionner ici un cas, d'ailleurs très compliqué, où l'aire vasculaire s'est développée autour de parties axiales encore plus réduites. C'était encore un embryon de Poule (3), dont la croissance périphérique a atteint un si grand diamètre que les bords du blastoderme ne pouvaient pas être préparés dans toute leur étendue — il n'en reste que la partie centrale, mesurant encore plus de 16 mm. de diamètre. — Au centre de ce blastoderme (fig. 10), on aperçoit une formation singulière, constituée par des amas d'îlots sanguins accumulés autour d'une aire transparente très réduite et portant pour toute différenciation axiale un nœud allongé ayant l'aspect d'une ligne primitive trop courte. Cette ligne primitive avortée est située à la partie caudale de l'aire transparente, dont la partie antérieure est à moitié envahie par des îlots sanguins qui s'y enfoncent... L'ensemble des îlots sanguins, pour la plupart très fortement développés, mais

---

(1) Quoique la durée de l'incubation ne puisse servir à déterminer rigoureusement *a priori* le degré du développement, néanmoins après deux jours d'évolution à 39° C. l'embryon de la Poule doit ordinairement être déjà pourvu de vésicules cérébrales bien différenciées et d'une douzaine, au moins, de protovertèbres. Aussi est-il très douteux, qu'au cours du développement ultérieur, les parties figurées de cet embryon puissent aboutir à rattraper leur constitution normale.

(2) *Et. Rabaud* : « Blastodermes de Poule sans embryon (anidiens). » Bibliographie Anatomique. 1899.

(3) Je dois cette préparation à l'obligeance de mon excellent confrère, M. Józef Eismond.

ne s'anastomosant encore que dans quelques endroits, indique que, dans ce cas exceptionnel, les formations vasculaires elles-mêmes

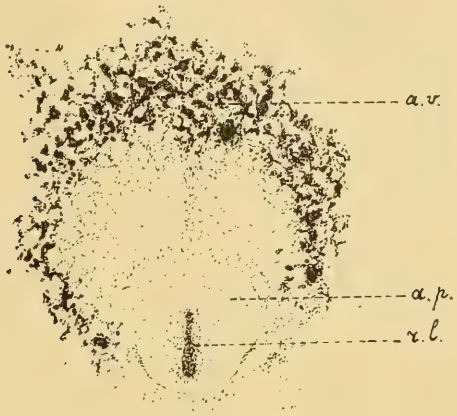


Fig. 10. — Embryon de Poule; *a. p.* — l'aire transparente ; *r. l.* — rudiment de la ligne primitive ; *a. v.* — l'aire vasculaire. D'après une microphotographie. Grossis. 15 fois.

évoluent d'une manière désorientée, dominant cependant toujours les parties axiales en voie d'une involution beaucoup plus profonde.

J'ai étudié aussi plusieurs anidiens à aire vasculaire d'un âge plus avancé et je n'ai rien, pour l'instant, à ajouter à ce qui a été déjà décrit par Et. Rabaud. Le réseau vasculaire s'y développe en formant des anastomoses, de vrais vaisseaux, qui envahissent peu à peu le centre désembryonné du blastoderme en pénétrant dans les régions où se forme ordinairement le corps de l'embryon. La formation du sinus terminal, puis l'extension périphérique du réseau vasculaire s'effectuent sans déviations remarquables. Si l'on peut indiquer ici quelques irrégularités, c'est dans les régions centrales où au lieu de former des vaisseaux déterminés, tels que les artères et les veines omphalo-mésentériques, l'aire vasculaire se différencie d'une manière *désorientée*, en constituant un réseau plus ou moins uniforme. On pourrait alors croire à l'existence d'une certaine corrélation entre la formation du corps embryonnaire et l'orientation des différenciations vasculaires. Mais cette hypothèse se trouve en contradiction avec les cas incontestables où les embryons absolument bien conformés sont situés au milieu d'une aire vasculaire anormale. Je me réserve d'exposer dans un travail prochain les faits concernant les variations

et les malformations de l'aire vasculaire, me bornant à signaler ici deux embryons de Lézard (Lacerta muralis) qui se sont développés

Fig. 11 et 12. — Deux embryons de Lacerta muralis. *a. c.* — l'aire embryonnaire ; *v.* — rempart vitellin ; *i. s.* — îlots sanguins. D'après des microphotographies. Grossiss. 15 fois.

tout à fait normalement et, malgré les différences insignifiantes de leur forme, ont atteint le même degré de différenciation des parties axiales (longueur totale du corps, évolution des protovertèbres, du système nerveux, des organes de vue et d'ouïe, développement de l'amnios et de l'allantoïde, etc.). Par contre, la forme de l'aire embryon-

naire et les ébauches des vaisseaux sanguins montrent des différences surprenantes : chez l'embryon de la figure 11, l'aire embryonnaire est beaucoup plus petite que chez celui de la figure 12; ces deux aires diffèrent également par leur forme ; d'autre part, l'aire embryonnaire plus petite est pourvue d'un réseau vasculaire beaucoup mieux prononcé que celle de la plus grande..... C'est là un exemple des variations de l'aire vasculaire normale qui, en accord avec les faits tératologiques, nous démontrent l'autonomie évolutive des parties axiales vis-à-vis des parties périphériques — et réciproquement.

II.

Ainsi, les faits tirés de l'étude des variations embryonnaires et de leurs aggravations tératologiques parlent tous dans le même sens : entre les deux principales régions embryonnaires chez les Sauropsidés : la partie centrale avec ses dérivés et les parties périphériques n'existe point de corrélation évolutive étroite et nécessaire. Ces deux régions semblent évoluer d'une manière indépendante ; les modifications, ou même l'involution complète des parties centrales, n'entraînent point fatalement des modifications corrélatives saisissables dans le développement des parties périphériques.

Pour vérifier les conclusions appuyées sur l'observation de variations et d'anomalies spontanées, j'ai fait, depuis quatre ans, plusieurs séries d'expériences auxquelles on peut sans doute reprocher d'être plus ou moins brutales, mais qui m'ont néanmoins donné des résultats bien clairs et concordants positivement avec ceux de l'observation des embryons obtenus par voie d'incubation normale. Ces expériences sont de deux sortes : 1) des lésions provoquées dans les œufs de Poule à l'aide d'une aiguille de Roux rougie au feu — 2) des malformations produites par l'action du radium durant l'incubation.

Dans la série des expériences avec l'aiguille de Roux, je faisais une piqûre légère accompagnée d'une brûlure au centre du blastoderme d'un œuf fraîchement pondu et non incubé ; après avoir fermé l'ouverture de la coquille à l'aide d'un verre couvre-objet et de cire, je mettais l'œuf dans une couveuse à 39°C. pour une durée de 24-72 heures. J'ai également appliqué ce procédé à des œufs qui avaient préalablement subi l'incubation normale pendant 12-20 heures; je faisais alors une brûlure soit à l'extrémité céphalique de la ligne primitive, soit à d'autres points déterminés.

Les résultats de ces expériences étaient assez variés, ce qui dépend

tant de l'individualité des germes expérimentés que de l'insuffisance de précision inhérente à la méthode elle-même. En effet, on ne peut jamais mesurer suffisamment la force avec laquelle on appuie la pointe de l'aiguille contre la surface du blastoderme, de sorte qu'il est très difficile de déterminer le degré des lésions provoquées. Toutefois, après avoir étudié une centaine d'embryons ainsi traités, je suis parvenu à distinguer les unes des autres les diverses lésions primitives et leur influence sur le développement ultérieur. En somme, au point de vue qui nous intéresse ici, les résultats obtenus sont suffisamment clairs et positifs.

Dans toutes les formes de monstruosités déterminées par cette méthode — si grossière qu'elle soit — on peut constater un phénomène principal : les lésions des parties centrales de l'embryon, même très graves et provoquant la destruction complète des premiers linéaments du corps embryonnaire, n'empêchent nullement le développement de l'aire opaque : la croissance de celle-ci et même sa vascularisation n'en paraissent guère troublées.

Les lésions, même les moins graves, laissent toujours des traces sur les blastodermes : parfois elles se réduisent à une petite cicatrice qui toutefois est accompagnée par des déviations plus ou moins sensibles des ébauches centrales de l'embryon. Tel est le cas représenté par notre fig. 13. C'était un blastoderme qui, après avoir subi une légère brûlure dans le centre du disque embryonnaire, fut incubé pendant 25 heures. Le diamètre total de ce blastoderme mesurait environ 15^{mm}. L'aire transparente est longue de 33^{mm} et large de 2,0^{mm}. Les traces de la lésion opératoire ont ici l'aspect d'un anneau irrégulier de l'ectoderme épaissi (fig. 13. *br.*), situé au voisinage du bord gauche de l'aire transparente. Les linéaments des parties axiales de l'embryon ont éprouvé ici des troubles très manifestes : un petit épaississement situé près de la partie caudale de l'aire pellucide représente le rudiment de la ligne primitive (*r. l.*). En avant de celle-ci, s'étale la plaque médullaire anormale, très large, courbée de façon qu'elle s'approche par la partie moyenne de son étendue du côté gauche de l'aire transparente. Plus en avant, cette plaque irrégulière forme des épaississements qui représentent les lames médullaires anormales (*l. m.*) au voisinage des replis proamniotiques (*pra.*) qui seuls sont normalement développés.

Nous ne nous arrêterons pas ici sur l'analyse de ces anomalies, bien qu'elles soient très intéressantes au point de vue du mécanisme organogénique ; il nous suffira de constater que les parties axiales de cet embryon se sont modifiées radicalement, qu'elles sont frappées

par les plus graves malformations, tandis que l'évolution des ébauches vasculaires qui entourent cette aire transparente monstrueuse n'ont

Fig. 13. — Embryon de Poule (région centrale) 25 heures apres une opération (voir le texte). *a. o.* — aire opaque ; *a. v.* — aire vasculaire ; *br.* — cicatrice qui indique la place de la brûlure ; *r. l.* — rudiments de la ligne primitive ; *l. m.* — lames médullaires ; *pra* — repli proamniotique. D'après une microphotographie. Grossiss. 11 fois (environ).

point ressenti le moindre trouble formatif ; l'aire vasculaire (*a.v.*) possède ici une forme et des dimensions tout à fait normales et l'état de ses îlots sanguins, qui sont en train de constituer un réseau, rappelle à s'y méprendre celui des îlots des embryons les plus « normaux ».

Des lésions plus fortes aboutissent aux formations bizarres qui rappellent exactement les « blastodermes zonaux [1] » : le trou fait par l'aiguille au centre du blastoderme s'élargit au cours de l'évolution ultérieure du germe opéré, de sorte qu'il envahit une surface assez grande, de forme plus ou moins circulaire [2], où l'on voit le vitellus immédiatement recouvert par la membrane vitelline.

---

(1) Jusqu'ici la bibliographie tératologique possède une seule description détaillée d'un « blastoderme zonal » due à M. G. Loisel — celle de Panum n'étant que très incomplète. — (Revue générale d. sc. 1902, n° 24). Je n'ai trouvé qu'une seule fois cette forme anide parmi les monstruosités spontanées, tandis qu'elle se produit fréquemment au cours des expériences avec les brûlures, et aussi quelquefois sous l'influence du radium.

(2) Je dois ajouter que parfois, si l'opération a été faite maladroitement, le vitellus de l'œuf s'échappe par le trou dû à l'aiguille et l'élargit artificiellement en altérant le germe. En procédant avec les précautions nécessaires on peut tou-

La formation d'un « blastoderme zonal » artificiel est accompagnée par une altération plus ou moins grave des parties axiales du corps embryonnaire. Des exemples de ces altérations sont représentés par nos figures 14, 15 et 16. Dans la fig. 14 nous voyons un blastoderme qui a été brûlé à la région antérieure de l'aire transparente — après

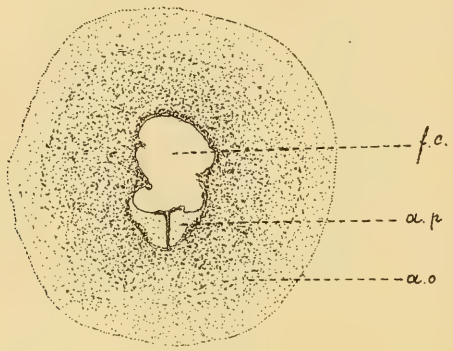


Fig. 14. — Blastoderme de Poule qui a subi la brûlure après 9 heures d'incubation normale (voir le texte). *f. c.* — trou central; *a. p.* — aire transparente ; *a. o.* — aire opaque. D'après une microphotographie. Grossissement 4 1/2 fois.

9 heures d'incubation normale — et fut ensuite remis en incubation pendant 11 heures. Le trou (*f. c.*) s'élargit de telle sorte qu'il occupe les 3/4 de l'aire transparente dont il n'est resté que la partie caudale portant la partie correspondante de la ligne primitive. Le diamètre total de ce blastoderme est de 10^{mm}, ce qui est bien normal.

L'autre embryon (fig. 15) fut brûlé en un point situé un peu à l'avant de l'extrémité antérieure de la ligne primitive (après 10 heures d'évolution normale et remis à l'incubation pendant 22 heures encore). Le diamètre longitudinal du blastoderme est de 14^{mm}, transversal en 13^{mm}. Le trou central mesure 6^{mm} dans l'axe longitudinal, 7^{mm} en travers. L'aire transparente est réduite à une petite région, longue de $1{,}0^{mm}$ et large de $0{,}5^{mm}$ et pourvue de quelques traces d'un très petit embryon rudimentaire représenté par des épaisissement ectodermiques — homologues d'une plaque nerveuse mal formée ; en avant de ceux-ci, se dresse un repli proamniotique.

---

jours éviter les accidents de ce genre qui ôtent toute valeur à l'expérience. Dans les blastodermes « zonaux » obtenus par brûlure, les bords internes limitant le « trou central » sont toujours arrondis et un peu épaissis : l'ectoderme, en s'infléchissant, s'unit ici avec l'entoderme vitellin, de sorte qu'il s'établit une union très étroite entre ces deux feuillets primitifs.

Nous devons insister sur l'accroissement périphérique de ce blasto-

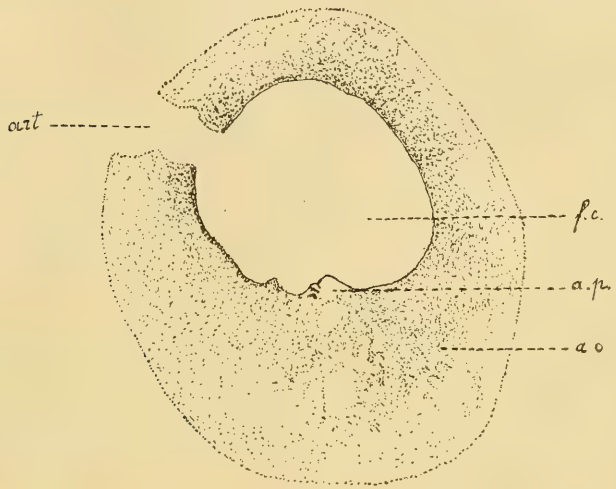


Fig. 15. — Blastoderme « zonal », obtenu par brûlure (voir le texte) ; *art.* — fente artificielle ; autres lettres comme pour la fig. 14. D'après une microphotographie. Grossis. 4 1/2 fois.

Fig. 16. — Blastoderme « zonal » artificiel (voir le texte). *e. c.* — épaississement ectodermique ; autres lettres comme pour les figures précédentes.

derme qui s'est effectué d'une manière bien normale, malgré les troubles si profonds qui avaient lieu dans son centre.

Enfin, la brûlure portée sur les parties centrales d'un blastoderme peut provoquer l'évolution d'un véritable anidien « zonal », complètement dépourvu des parties figurées du corps embryonnaire. Un cas de ce genre est représenté par notre fig. 16. La brûlure fut exécutée après 9 heures d'incubation normale, prolongée encore pendant 23 heures après l'opération. Le diamètre de ce blastoderme est de 12,0^{mm}. Le trou central a ici une forme irrégulière : il est situé transversalement vis-à-vis de l'axe longitudinal du blastoderme et mesure 5,5 et 4,5^{mm}. De l'aire transparente, il ne reste qu'une petite région désembryonnée qui s'insinue dans le trou central; à droite de cette aire, une région d'ectoderme épaissi (*e.c.*) fait une saillie semblable.

L'évolution ultérieure de semblables blastodermes aboutit à la formation d'un anneau qui se propage sur la surface du jaune en envahissant, vers la 72e heure, plus de la moitié de celle-ci. Le trou central devient alors énorme. Au sein de l'aire opaque zonale apparaîssent les formations sanguines, constituées par des vaisseaux perméables remplis de globules rouges.

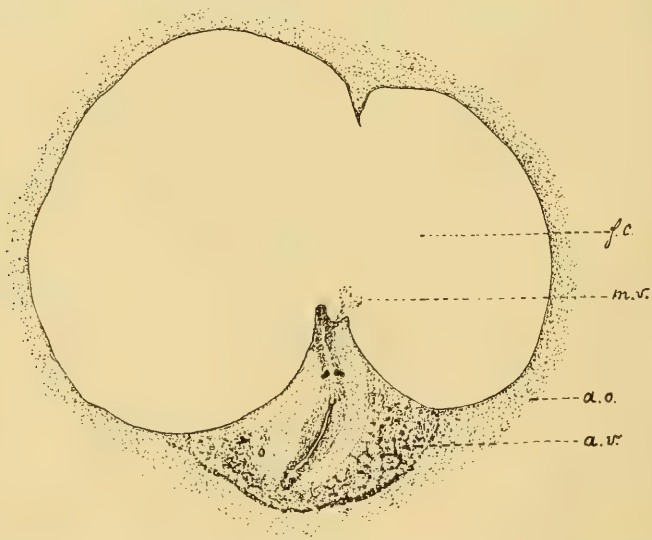


Fig. 17. — Blastoderme « zonal » obtenu artificiellement. *f. c.* — trou central; *a. o.* — région centrale de l'aire opaque; *a. v.* — aire vasculaire; *m. v.* — morceau de la membrane vitelline, adhérant à la place où fût portée la brûlure (voir le texte). D'après une microphotographie. Grossis. 10 fois.

Je dois encore mentionner un blastoderme « zonal » qui présente

plusieurs particularités très intéressantes. C'est un blastoderme qui fut opéré après 12 heures d'incubation normale ; l'opération portait vers le centre, un peu en avant de l'extrémité céphalique de la ligne primitive ; l'incubation fut ensuite prolongée pendant 24 heures. Le diamètre total de ce blastoderme était de 14^{mm} environ. Son trou central (fig. 17 *f. c.*) mesurait 6,8 et 5,3^{mm} ; la forme de ce trou peut donner à croire qu'il résulte de la coalescence de deux trous distincts ; cependant le blastoderme n'a reçue qu'une seule piqûre.

Dans la région postérieure de ce « blastoderme zonal », le bord interne s'insinue dans le trou central en forme d'une proéminence, portant les parties axiales du corps embryonnaire dont la longueur totale est de 2,5^{mm}. Ici nous voyons une gouttière primitive bien développée longue de 2,3^{mm}, la corde dorsale, une paire de protovertèbres située à 0,28^{mm} de l'extrémité céphalique de la ligne primitive, et les lames médullaires constituées normalement, mais qui se terminent nettement à l'avant, de sorte que l'extrémité céphalique de l'embryon fait défaut. Il est à noter que cette absence de la partie antérieure de l'embryon n'est point le résultat de quelque artifice ou accident de préparation : les bords des lames médullaires, au point où elles paraissent être coupées, sont régulièrement arrondis, comme dans les autres parties du blastoderme limitant le trou central. C'est dans cette extrémité de l'embryon que se trouve la trace de la brûlure d'opération : il reste ici un morceau de la membrane vitelline, adhérant à ce qui reste de la tête (fig. 17 *m. v.*).

Autour de cet embryon incomplet se dessine une aire transparente d'aspect normal, mais représentée seulement dans sa partie postérieure. L'aire opaque, dans la région avoisinante du « cap embryonné » présente les signes manifestes des formation vasculaires.

Cette aire vasculaire (fig. 17 *a. v.*) en voie de formation a la forme d'un croissant irrégulier dont le bord postérieur est déjà limité par un sinus terminal assez bien prononcé. En avant, au niveau de l'extrémité céphalique de la ligne primitive, l'aire vasculaire est limitée par le bord du trou central où elle se trouve comme coupée net. Ainsi l'aire vasculaire s'est développée dans sa région caudale, comme si elle pouvait se former dans toute son étendue habituelle : la non existence de ses parties antérieures n'a pas du tout influencé la différenciation de celles qui pouvaient se former... Ajoutons que les îlots sanguins sont ici bien développés et commencent à s'anastomoser.

Cet embryon nous montre d'une façon très explicite que même les diverses régions d'une seule aire vasculaire jouissent d'une autonomie

évolutive très large, les différenciations vasculaires n'étant évidemment liées entre elles par aucun liens corrélatifs et pouvant se constituer partiellement à leur place habituelle — même en l'absence complète d'autres parties nécessaires pour la formation ultérieure des grands troncs de la circulation embryonnaire.

*
* *

J'ai déjà exposé ailleurs (1) les principaux résultats de mes expériences relatives à l'influence tératogène des radiations du radium sur les jeunes stades du développement du Poulet. L'emploi du radium, comme agent tératogénique produisant des effets très marqués et toujours localisés — on serait tenté de dire « spécifiques » — au moins en ce qui concerne les embryons de la Poule, m'a donné des résultats très précieux pour la question de la corrélation embryonnaire. Ces résultats sont, en général, assez rapprochés de ceux obtenus par des piqûres brûlantes, mais le mode d'action du radium est incomparablement moins brutal. Les embryons incubés sous un tube de chlorure de radium sont tous modifiés plus ou moins gravement et toutes ces monstruosités présentent le même caractère essentiel : les parties centrales des blastodermes expérimentés subissent des troubles manifestes, tandis que les parties périphériques évoluent sans modifications appréciables. Ce phénomène, constamment observé chez tous les embryons soumis à l'expérience, confirme bien indiscutablement nos considérations énoncées plus haut au sujet de l'indépendance évolutive des parties centrales et périphériques. Même en l'absence complète des linéaments du corps embryonnaire, la croissance périphérique continue à envahir la surface du jaune. Seulement, si le tube, contenant la préparation radio-active était placé excentriquement sur la coquille d'un œuf, de sorte qu'un côté du blastoderme fût influencé plus fortement que les autres — la périphérie de celui-ci montrerait ensuite dans cet endroit une échancrure plus ou moins prononcée. Mais on peut dire qu'en général l'action du radium se porte surtout et presque exclusivement sur les parties centrales du germe.

J'ai mentionné dans ma note citée les diverses formes d'involution, formes d'ailleurs toutes de même ordre, auxquelles aboutissent les blastodermes influencés par le radium ; ici je me bornerai à la des-

(1) *J. Tur* : « Sur les malformations embryonnaires obtenues par l'action du radium sur les œufs de la Poule. » C. R. Soc. Biol. 1904. T. LVII, p. 236.

cription des quelques embryons qui peuvent être considérés comme les représentants « typiques » de ces formes monstrueuses.

Toutes ces formes, malgré leurs différences apparentes, peuvent être déduites d'une forme principale, représentée dans notre figure 18 qui reproduit la région centrale d'un blastoderme ayant évolué pendant 26 heures sous le radium. Le diamètre total de ce blastoderme était de 10,3mm, ce qui est bien « normal » pour ce stade. Dans son centre se trouvait une aire transparente anormalement rétrécie et pourvue d'une ligne primitive assez faiblement prononcée (*l. p.*) ; en avant de celle-ci, on aperçoit une tache sombre, diffuse — c'est la plaque nerveuse anormale (*p. a.*) ; sous cette plaque ectodermique, l'entoderme vitellin forme des amas épars, parfois vésiculeux (*v. en v.*). Il est à supposer que cette plaque nerveuse anormale est incapable de différenciations ultérieures. Ainsi on peut considérer ce stade (dont l'aspect est celui de tous les blastodermes expérimentés) comme le point de départ de la formation des deux formes principales d'anidiens actuellement connues : avec ou sans aire vasculaire.

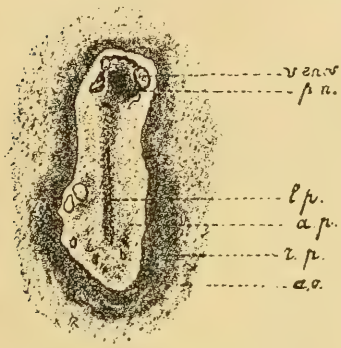


Fig. 18. — Blastoderme de Poule. 26 heures d'incubation sous la préparation de radium. *a. p.* — aire transparente ; *a. o.* — aire opaque ; *r. p.* — rempart parablastique ; *l. p.* — ligne primitive ; *p. n.* — plaque nerveuse ; *v. en. v.* — figures vésiculeuses de l'entoderme vitellin. D'après une microphotographie. Grossis. 10 fois.

Parmi les monstres anidiens obtenus par l'action du radium, les uns sont pourvus de formations sanguines très prononcées et même possèdent une aire vasculaire normalement conformée étirant ses prolongements vers le centre de l'aire transparente désembryonnée ; — les autres sont complètement dépourvus de différenciation vasculaire, de sorte que, tout en se propageant sur la surface du jaune, ils perdent de très bonne heure toutes les formations caractéristiques les régions centrales du germe des Sauropsidés.

Les premiers aboutissent à un « type » monstrueux bien déterminé, dont l'un des représentants est figuré dans la fig. 19. Nous voyons ici la région centrale d'un blastoderme qui a évolué pendant 45 heures sous l'action du radium et a atteint 28mm de diamètre total. Grâce à la position un peu excentrique du tube radioactif, l'embryon s'est aussi développé excentriquement : son aire vasculaire s'est différenciée

surtout vers le côté droit. Cette aire, formée par des îlots sanguins bien normaux et s'anastomosant comme d'ordinaire, est bordée par un sinus terminal (fig. 19. *s.t.*) très fortement prononcé. L'aire transparente, anormalement rétrécie, n'a d'autres rudiments de corps em-

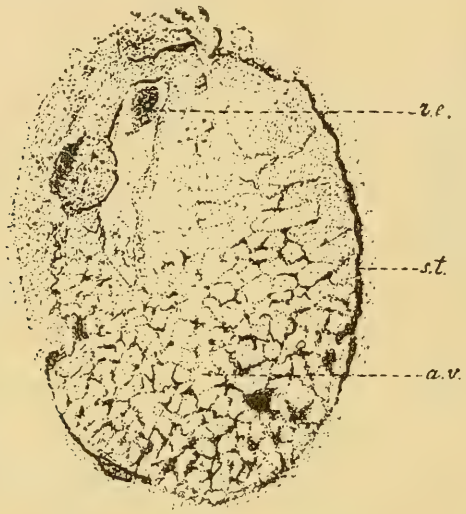


Fig. 19. — L'aire vasculaire (*a. v*) d'un blastoderme de Poule incubé pendant 45 heures sous le radium. *r. e.* — rudiment du corps de l'embryon ; *s. t.* — sinus terminal. D'après une microphotographie. Grossis. 10 fois.

bryonnaire proprement dit qu'un insignifiant épaississement ectodermique situé dans sa partie antérieure, (*r. e.*) et qui doit être considéré comme une plaque nerveuse avortée. Ainsi, l'involution radicale subie par les parties axiales ont rendu ce blastoderme « impersonnel » ; — malgré cela, l'accroissement périphérique et les différenciations vasculaires se poursuivent sans cesse, comme conduits par un élan primitif que ne peuvent arrêter ni faire dévier les troubles des régions centrales...

Cet embryon peut être comparé, par certains points, à l'anidien, figuré par C. Dareste sur la fig. 7, pl. VI, de son œuvre classique. Mais notre anidien est beaucoup plus jeune et la constitution de son aire vasculaire se rapproche beaucoup plus de celle des embryons normaux : le réseau vasculaire est ici composé par des ramifications et anastomoses beaucoup plus fines que chez le monstre cité.

Dans l'autre série d'embryons, les formations vasculaires se sont

montrées moins réfractaires à l'influence tératogène du radium. Ce sont des organismes embryonnaires dont l'entoderme vitellin a pris une prépondérance remarquable et exagérée : les éléments entodermiques prolifèrent d'une façon très intense ; ils tendent à envahir les régions disposées au centre du blastoderme et la prolifération n'est évidemment accompagnée d'aucune différenciation histologique déterminée. Grâce à cette prolifération centripète des éléments entodermiques, l'aire transparente se rétrécit progressivement et se réduit à une fente longitudinale. Notre fig. 20 représente la partie centrale d'un embryon de Poule incubé pendant 44 heures sous la préparation radio-active ; son diamètre total était de 20^{mm}. L'aire transparente de ce blastoderme (*a. p.*) est fortement rétrécie, surtout dans sa partie céphalique où elle n'est représentée que par une fente large de 0,028^{mm}, tandis que sa partie caudale est large de 0,68^{mm}. Dans cette partie caudale on aperçoit une ligne primitive rudimentaire, longue de 1,0^{mm} seulement. Un peu à l'avant de l'extrémité antérieure de cette ligne se dispose une agglomération d'ilots sanguins (*i. s.*) qui se sont formés ici dans une place inaccoutumée. Les bords de l'aire transparente sont entourés par un épais rempart d'éléments parablastiques (*r. p.*) formant de nombreuses figures vésiculeuses (*v. env.*). L'examen des coupes montre que les formations ectodermiques se trouvent ici fortement réduites, tandis que l'entoderme vitellin et le parablaste manifestent une vitalité et une prolifération intenses. Les tentatives de différenciation, telle que celle des éléments sanguins, sont ici ébauchées, mais complètement avortées dès le début : au sein du parablaste se trouvent des amas de globules sanguins en voie de formation, mais anormalement serrés les uns contre les autres, de sorte que cette différenciation vasculaire est évidemment arrêtée et destinée à périr.

Enfin le type extrême des anidiens obtenus par l'action du radium après 40-70 heures d'incubation présente des blastodermes de 24^{mm} de diamètre et même plus — envahissant la moitié inférieure du jaune. Au centre de ces blastodermes se trouve un épaississement de forme ovale ou allongée, entourant une fente très étroite qui représente le rudiment de l'aire transparente large de 0,02^{mm} (d'après les mensurations « in toto »). La longueur de ces fentes peut varier de 1,5^{mm} à 3,8^{mm}, parfois elles sont incurvées, mais jamais elles ne portent de traces des parties figurées du corps embryonnaire. La partie centrale de l'un de ces blastodermes est représentée sur notre fig. 21, et la fig. 22 montre le degré d'involution profonde dont ces blastodermes sont le siège. Ici, sur une coupe transversale à 1/150^{mm} d'épaisseur

nous voyons l'ectoderme réduit à une couche mince de cellules apla-

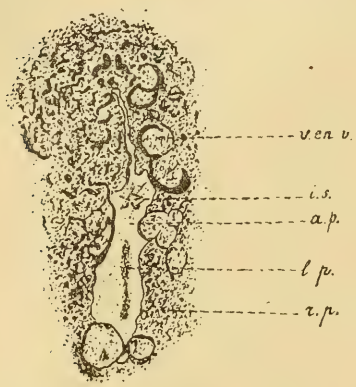


Fig. 20. — Partie centrale d'un blastoderme de Poule. 44 heures d'incubation sous le radium. *r. p.* — rempart parablastique ; *a. p.* — l'aire transparente; *l. p.* ligne primitive ; *i. s.* — îlots sanguins ; *v. en. v.* — amas vésiculeux de l'entoderme vitellin. D'après une microphotographie. Grossis. 10 fois.

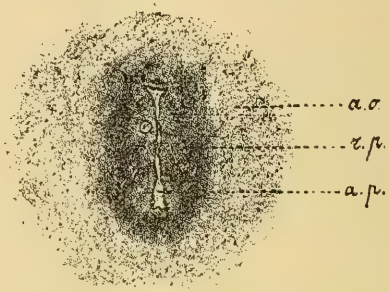


Fig. 21. — Partie centrale d'un embryon de Poule. Incubation pendant 40 1/2 heures sous le radium. *a. o.* — aire opaque ; *r. p.* rempart parablastique ; *a. p.* — fente représentant le rudiment de l'aire transparente. D'après une microphotographie. Grossis. 10 fois.

ties (*ec.*) sans aucune trace de différenciation, rappelant les ébauches

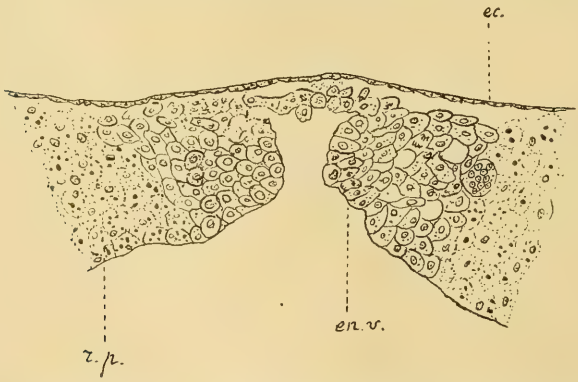


Fig. 22. — Coupe transversale passant par le blastoderme de la fig. précédente. *ec.* — ectoderme ; *en. v.* — entoderme vitellin en voie de prolifération vers le centre ; *r. p.* — rempart parablastique. D'après une microphotographie. Grossis. 100 fois.

centrales du corps embryonnaire; le mésoderme paraît faire absolu-

ment défaut. Immédiatement sous la couche ectodermique se dispose une agglomération considérable d'éléments entodermo-vitellins, formant à droite et à gauche deux remparts de 200μ d'épaisseur. Ces deux remparts se rapprochent vers la ligne médiane à une distance de 45μ, en formant la fente, visible « in toto » — l'aire transparente rudimentaire.

La structure de ces amas entodermo-vitellins montre quelques détails particuliers : on peut distinguer ici deux régions : l'une externe ou périphérique, composée d'éléments de structure purement parablastique (*r. p.*) c'est-à-dire de grandes cellules arrondies et remplies de granulations vitellines fortement colorables par la safranine et l'hématoxyline ferrique, etc. — l'autre, centrale, interne (*en. s.*) qui borde la fente médiane et qui est constituée par des cellules plus transparentes dont le contenu est beaucoup plus pauvre en granulations et celles-ci sont pâles et peu colorables. La présence de figures caryocinétiques et l'absence de vitellus dans ces cellules montrent qu'elles sont en voie de prolifération intense, mais non accompagnée de différenciations histologiques : tous ces éléments ont exactement l'aspect de formations indifférentes.

Ainsi donc, l'étude des monstruosités provoquées par l'action du radium nous montre la série des involutions les plus graves qui s'opèrent au sein des régions centrales des blastodermes expérimentés. Il se passe là des phénomènes évolutifs nouveaux dont la valeur prospective est évidemment négative : la prolifération désorientée des éléments entodermo-vitellins, parallèlement à la disparition plus ou moins complète des linéaments du corps embryonnaire. Et tout cela est accompagné par la croissance aussi normale que possible de l'aire opaque, des régions périphériques de ces blastodermes devenus « impersonnels »...

Nous voyons que ces graves malformations évolutives provoquées par le radium viennent confirmer nos considérations sur l'autonomie formative des parties centrales et périphériques des blastodermes des oiseaux. Il convient d'ajouter que, même les monstruosités relativement plus faibles observées sur les embryons plus réfractaires à l'influence du radium, ne sont pas sans quelque importance relativement à la question des corrélations embryonnaires. Ainsi l'involution complète des protovertèbres, ou même la disparition presque totale des parties postérieures de l'embryon, ne paraissent se repercuter en aucune façon sur la différenciation des vésicules cérébrales ou la formation du cœur... Mais ces faits touchent déjà à la question des corrélations des organes en formation et je me réserve de les exposer ailleurs, en

traitant des variations organogéniques, ainsi que dans le travail plus complet sur l'action tératogène du radium.

Conclusions.

En résumant tous les faits qui viennent d'être exposés, nous devons surtout insister sur la concordance évidente des résultats obtenus par des voies différentes : les données embryométriques fournies par l'examen des variations normales montrent que dans le même stade évolutif atteint dans des parties centrales, les dimensions de leurs diamètres peuvent varier dans de très larges limites. De même les différenciations spéciales de l'aire opaque — les formations vasculaires — ne paraissent être que très vaguement en corrélation avec le développement du corps embryonnaire. Ce manque de corrélation ouvre la voie aux variations les plus larges qui aboutissent à la formation des anidiens, chez qui les parties périphériques du germe s'accroissent sans cesse et produisent des différenciations spéciales très compliquées (formations vasculaires), tandis que le corps même de l'embryon cesse d'évoluer et même peut faire complètement défaut. Ces formations périphériques se montrent douées d'une vitalité surprenante ; elles ne paraissent guère souffrir des troubles provoqués dans la partie centrale par l'intervention d'actions très brutales (telle que l'aiguille incandescente); elles ne sont pas davantage influencées par les processus involutifs que détermine l'action du radium dans le corps central et continuent à suivre la voie du développement ordinaire.

Tous ces faits nous prouvent *qu'entre les parties centrales des embryons des Sauropsidés (telles que l'aire et les linéaments du corps embryonnaire) et les régions périphériques (l'accroissement en diamètre, formations vasculaires) n'existe pas de corrélation plus ou moins étroite et définissable par nos moyens actuels d'investigation : ces deux composants embryonnaires paraissent jouir d'une indépendance évolutive assez large.*

La différenciation des blastodermes des Sauropsidés en deux régions (centrale et périphérique) a une signification embryologique toute spéciale. Au sein de l'aire transparente se forment les principaux organes du futur animal, tandis que les parties périphériques constituent un ensemble d'organes embryonnaires transitoires: le sac vitellin en voie de formation et les vaisseaux de la circulation embryon-

naire — organes de la nutrition du germe (1). Ainsi les parties centrales produisent les formations de valeur *prospective*, tandis que celles de la périphérie, même dès le début, ont un rôle physiologique *actuel*. En raisonnant *à priori*, on serait porté à supposer que les régions nutritives, régions qui, téléologiquement parlant, sont " destinées à servir " aux besoins des parties centrales, — devraient être fatalement subordonnées à celles-ci et que les troubles du corps embryonnaire devraient se répercuter nécessairement sur ses régions annexes... Nous venons de démontrer qu'en réalité, les choses se passent tout autrement : les éléments constituants du blastoderme, quoique issus d'une origine commune, au cours d'une spécialisation très précoce, subissent une différenciation topographique régionale, accompagnée par une sorte de décentralisation formative et fonctionelle qui détermine leur autonomie évolutive...

Grâce à cette autonomie, la voie est ouverte aux variations individuelles concernant ces deux composants du blastoderme, — variations très diverses, on pourrait même dire infinies ; ces diverses possibilités évolutives aboutissent dans les formes extrêmes aux plus graves monstruosités, aux anidiens « impersonnels ». L'existence de ces organismes bizarres, sans individualité ni avenir, sera toujours l'un des arguments les plus convaincants contre toute idée d'une " finalité " ou d'une " harmonie préétablie " dans les phénomènes embryologiques.

Varsovie, Laboratoire Zootomique
de l'Université.— Janvier 1905.

---

(1) Cette différenciation ne s'effectue point d'une façon identique dans tous les œufs méroblastiques. Chez les Sauropsidés les parties axiales de l'embryon naissent aux dépens des cellules centrales — des micromères primitifs de segmentation. Chez les Sélaciens — comme l'a récemment démontré J. Eismond — ce sont les éléments de provenance parablastique qui, s'individualisant à l'extrémité caudale du disque germinatif un peu avant la gastrulation, fournissent ensuite le matériel cellulaire aux dépens duquel se forme le corps de l'embryon. Les micromères primitifs ne servent donc ici qu'à la formation des parties périphériques, des régions-annexes, en recouvrant le sac vitellin... (J. Eismond: « Ueber das verhalten des Periblastes beim Wachstum der abgefurchten Scylliumkeime. » Verhandl. Anatomischen Gesellschaft. 1903. p. 106-112.

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE II

Pages.

Extraits des Comptes rendus des séances 63

Banquet annuel 66

D. André. — Rapport sur les comptes de 1904. 67

Ch. Gravier. — Rapport sur le *Ptychodera erythrea* Spengel 69

R. Anthony et **L. Calvet.** — Recherches sur un *Balænoptera physalus* capturé à Cette. 75

Lt V. Chollet et **H. Neuville.** — Note préliminaire sur des mégalithes observés dans le Soddo 86

Jan Tur. — Etudes sur la corrélation embryonnaire 101

LE PRIX DES TIRÉS A PART EST FIXÉ AINSI QU'IL SUIT :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
	—	—	—	—	—	—	—
Une feuille	4.50	5.85	7.20	8.10	10.60	12.85	14.85
Trois quarts de feuille.	4 »	5 »	6.10	7 »	9 »	10.60	12.15
Une demi-feuille. . .	3 15	4 »	5 »	5.60	7.20	8.10	9 »
Un quart de feuille. .	2.70	3.60	4.25	4.75	5.60	6 30	8.85
Un huitième de feuille.	2 »	2.70	3 15	3.60	4.05	4.50	5 »
Plusieurs feuilles . .	4 »	5.40	6 30	7.20	9 »	11.70	14 »

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

1re série : 1789-1805	3 volumes in-4°
2e série : 1807-1813	3 volumes in-4°
3e série : 1814-1826	13 fascicules in-4°
4e série : 1832-1833	2 volumes in-4°
5e série : 1836-1863	28 fascicules in-4°
6e série : 1864-1876	13 fascicules in-8°
7e série : 1877-1888	11 volumes in-8°

Chaque année pour les Membres de la Société . . . . . **5** francs
— pour le public . . . . . **12** francs

Mémoires originaux publiés par la Société Philomathique

A L'OCCASION DU

CENTENAIRE DE SA FONDATION

1788-1888

Le recueil des mémoires originaux publié par la Société philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation (1788-1888) forme un volume in 4° de 437 pages, accompagné de nombreuses figures dans le texte et de 24 planches. Les travaux qu'il contient sont dus, *pour les sciences physiques et mathématiques*, à : MM. Désiré André ; E. Becquerel, de l'Institut ; Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Institut ; Bouty ; Bourgeois ; Descloizeaux, de l'Institut ; Fouret ; Gernez ; Hardy ; Haton de la Goupillière, de l'Institut ; Laisant ; Laussedat ; Léauté ; Mannheim ; Moutier ; Peligot, de l'Institut ; Pellat. *Pour les sciences naturelles*, à : MM. Alix ; Bureau ; Bouvier ; Chatin ; Drake del Castillo ; Duchartre, de l'Institut ; H. Filhol ; Franchet ; Grandidier, de l'Institut ; Henneguy ; Milne Edwards, de l'Institut ; Mocquard ; Poirier ; A. de Quatrefages, de l'Institut ; G. Roze ; L. Vaillant.

En vente au prix de 35 francs.

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, A LA SORBONNE

Bar-le-Duc. — Imp. Comte-Jacquet, Facdouel, Dir.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

NEUVIÈME SÉRIE. — TOME VII

N° 3

1905

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE

1905

Le Secrétaire-Gérant,
H. COUTIÈRE.

Le Bulletin paraît par livraisons bimestrielles.

COMPOSITION DU BUREAU POUR 1905

Président : M. E.-L. Bouvier, 7, Boulevard Arago, Paris, XIIIe.

Vice-Président : M. Laisant, 162, Av. Victor-Hugo, Paris, XVIe.

Archiviste : M. Henneguy, 9, rue Thénard, Paris, Ve.

Secrétaire des publications : M. Coutière, 12, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VIe.

Vice-Secrétaire des publications : M. Neuville, 55, rue de Buffon, Paris, Ve.

Secrétaire des séances : M. Deschamps, 11, rue Du Sommerard, Paris, Ve.

Vice-Secrétaire des séances : M. Winter, 44, rue Sainte-Placide, Paris, VIe.

Trésorier : M. Rabaud, 104, rue d'Assas, Paris, VIe.

La Société Philomathique de Paris se réunit les 2e et 4e Samedis de chaque mois, à 8 h. 1/2, à la Sorbonne (salle de travail des Étudiants).

Les membres de la Société ont le droit d'emprunter des livres à la Bibliothèque de l'Université. Ils ont également droit, sur leur demande, à 50 tirages à part gratuits des Mémoires qu'ils publient dans le Bulletin.

Pour le paiement des cotisations et l'achat des publications, s'adresser à M. Vézinaud, à la Sorbonne, place de la Sorbonne, Paris, Ve.

EXTRAITS DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES

Séance du 15 *avril* 1905.

Présidence de M. Laisant.

M. Diguet est élu comme membre correspondant.

M. Winter donne lecture du rapport de M. Moureu, sur la candidature de M. Mouneyrat. Ce rapport conclut à l'admission. L'assemblée n'étant pas en nombre, l'élection est renvoyée à la prochaine séance.

M. Dongier présente la candidature de M. Mathias, professeur de physique à la Faculté des Sciences de Toulouse, comme membre correspondant.

Une commission composée de MM. Dongier, Darzens et Winter est chargée d'examiner cette candidature. M. Dongier en est le rapporteur.

M. Winter fait une communication sur le chlore total dans le chimisme gastrique. MM. Darzens et Noé font des observations sur cette communication.

M. Dongier fait une communication sur la variation de la résistance électrique des métaux dans le champ magnétique.

M. Laisant fait une communication sur un procédé pédagogique, permettant la démonstration, sous forme sensible de certaines formules algébriques relatives aux propriétés des nombres entiers. M. Darzens fait des observations sur cette communication.

Séance du 13 *mai* 1905.

Présidence de M. Laisant.

M. Mouneyrat est élu comme membre titulaire dans la deuxième section. M. Mouneyrat est élu à l'unanimité des membres présents.

M. Dongier présente son rapport sur la candidature de M. Mathias, comme membre correspondant. Ce rapport conclut à l'élection. M. Mathias est élu.

M. Dongier présente la candidature de M. Servant, docteur ès sciences, chef des travaux pratiques de mécanique physique et expérimentale à la Sorbonne. Une commission composée de MM. André, Maillet et Grévy est chargée d'examiner cette candidature. M. Maillet en est le rapporteur.

M. André fait une communication sur les combinaisons régulières et les sommes de leurs nombres de 4 en 4.

M. Bouvier fait une communication sur l'histoire d'un essaim d'abeilles ayant nidifié à l'air libre sur un arbre du Jardin des Plantes.

Le Secrétaire des séances,

J. Deschamps.

NOTICE

SUR VICTOR DE LUYNES

(1828-1904)

par J. WINTER

Victor de Luynes, qui vient de mourir le 9 juin 1904, était membre de la Société Philomathique de Paris depuis 1863.

L'histoire de la longue et brillante carrière scientifique de notre savant et regretté confrère a été retracée sur sa tombe par M. G. Chandèze, Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers. Je ne saurais mieux faire que de reproduire, dans leurs termes mêmes, quelques passages de cette chaleureuse allocution.

« Né le 16 avril 1828, M. Victor de Luynes eut, dès la sortie du Collège, et grâce aux relations de son père, ancien secrétaire général du Ministère de l'Instruction publique, la bonne fortune d'être accueilli au Muséum par Adrien de Jussieu et d'autres savants qui, remarquant le goût très vif du jeune étudiant pour les sciences physiques, se plurent à encourager ses études et à faciliter ses débuts ; il devint ainsi préparateur de Chevreul.

« En 1849 il entrait comme professeur répétiteur de physique et de chimie au lycée Bonaparte. En 1862 il était choisi comme préparateur du Laboratoire de recherches et de perfectionnement de la Faculté des Sciences de Paris et devenait, en 1868, chef de ce Laboratoire.

« Sa collaboration, pendant de longues années, aux travaux de Dumas et le brillant succès de nombreuses conférences publiques, à la Société pour l'avancement des Sciences, avaient mis en évidence et désignaient déjà pour une grande chaire le Docteur ès sciences dont la thèse (1864) sur l'Orcine, l'Erythrite et les matières colorantes qui en dérivent, avait été particulièrement remarquée. Aussi fut-il chargé, au mois de mars 1868, des fonctions de Professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Paris.

« Dans le courant de la même année, la mort du chimiste Persoz rendait vacante, au Conservatoire des Arts et Métiers, la chaire de

Teinture, Apprêt et Impression des tissus, à laquelle le Conseil de Perfectionnement désirait adjoindre l'enseignement de la Céramique et de la Verrerie, autrefois professé par Ebelmen, Directeur de la Manufacture de Sèvres, et auquel, depuis lors, Peligot consacrait un certain nombre de leçons de sa chaire de Chimie générale.

« La commission du Conseil de Perfectionnement, chargée de l'examen des titres des candidats à cette chaire ainsi complétée, devait donc s'assurer que le nouveau titulaire serait apte au double enseignement projeté.

« M. Victor de Luynes lui parut offrir, à cet égard, les meilleures garanties. Elle présenta sa candidature en première ligne au choix du ministre.....

« Nommé le 28 octobre 1868 Professeur de la nouvelle chaire, M. de Luynes a réalisé, et au delà, toutes les espérances que sa candidature avait inspirées.

« Pour se consacrer entièrement à son nouvel enseignement pratique, M. de Luynes n'hésita pas à faire au Conservatoire des Arts et Métiers et aux administrations publiques dont il était le conseil, le sacrifice méritoire de renoncer à des travaux de science pure qui lui avaient déjà valu des suffrages flatteurs à l'Institut.

« Ses conseils étaient particulièrement appréciés par la Direction générale des Douanes qui lui confia, en 1874, le laboratoire d'analyses des sucres et, plus tard, l'organisation de son service scientifique. Le développement de ce Laboratoire central, donnant l'impulsion à vingt laboratoires des départements, justifia la fusion des analyses nécessaires aux deux Directions générales des Douanes et des Contributions indirectes, l'unification des méthodes et la création du nouveau service des laboratoires du Ministère des Finances, service dont M. de Luynes a conservé la direction jusqu'au mois de novembre 1903.

« De son côté, le Conseil d'Hygiène et de Salubrité du département de la Seine fit appel au concours de l'éminent professeur du Conservatoire et le chargea de très nombreux rapports. »

Il y remplaça M. Lamy en 1878.

« M. de Luynes faisait partie de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale où il ne comptait que des amis et dont il a été le Vice-Président.

« Il prit, enfin, une part importante aux travaux des comités d'organisation et du Jury des récompenses des grandes Expositions universelles de Paris et de l'étranger. »

Il fut fait chevalier de la Légion d'honneur en 1874, à la suite de

l'Exposition universelle de Vienne et promu au grade d'officier en juillet 1888.

*
* *

L'œuvre scientifique de Victor de Luynes est étendue et variée. Ce qui la caractérise particulièrement c'est l'orientation pratique qu'il a su imprimer à la plupart de ses recherches, sans négliger le domaine de la science pure.

On verra par la courte notice, qui suit, sur ses travaux que je rappelle dans leur ordre de publication, que s'il a fourni à l'industrie plusieurs procédés pratiques de première importance, encore en usage aujourd'hui, et plusieurs matières colorantes, il a aussi légué à la chimie des recherches scientifiques d'une très grande valeur.

I. — Sa première publication remonte à 1857. Elle traite de la *formation de l'arsénite d'ammoniaque* (C. R. A. d. Sc. t. 44, p. 1353).

Pour obtenir l'acide arsénieux pur, Berzelius avait conseillé d'agiter pendant plusieurs heures, à 70°, dans un vase fermé, l'acide arsénieux et l'ammoniaque. La liqueur chaude et claire, décantée, laisse déposer par refroidissement des *cristaux octaédriques d'acide arsénieux* ne renfermant pas d'ammoniaque.

V. de Luynes montra que la formation des cristaux octaédriques d'acide arsénieux est, dans cette préparation, précédée d'une abondante cristallisation d'*arsénite d'ammoniaque* qu'on peut isoler. Ce corps très instable, plus soluble dans l'eau que dans l'ammoniaque, se redissout d'abord à mesure que l'ammoniaque se dégage à l'air libre; puis il se décompose en perdant son ammoniaque et en laissant comme résidu les *cristaux octaédriques d'acide arsénieux* signalés par Berzelius. Il y a donc deux phases dans la formation de ces cristaux.

II. — Cette note sur l'arsénite d'ammoniaque est immédiatement suivie d'une autre : *Sur quelques propriétés de l'acide arsénieux* (C. R. A. d. Sc., t. 44, p. 1354).

De Luynes y signale ce fait qu'en chauffant un mélange d'acide arsénieux et de chlorhydrate d'ammoniaque, on obtient un dégagement abondant d'ammoniaque par suite de la formation de chlorure d'arsenic. La réaction s'arrête quand, par une réaction inverse, le chlorure fourni s'oppose au dégagement ammoniacal. Il y a là une ébauche de la notion d'équilibre chimique au sein d'un milieu en réaction.

III. — *Sur une combinaison du chlorure d'arsenic avec l'alcool* (C. R. A. d. Sc., t. 50, p. 831).

En mélangeant du chlorure d'arsenic et de l'alcool absolu, de Luynes

constata une forte élévation de température. En distillant le mélange il obtint, à 148°, un liquide incolore, fumant à l'air, que l'eau décompose en acide chlorhydrique, acide arsénieux et alcool. Cette combinaison de chlorure d'arsenic et d'alcool est peu stable ; elle absorbe facilement des quantités considérables d'HCl et se décompose partiellement par l'ébullition. L'analyse qu'il en a faite la représente comme formée d'une molécule d'alcool et d'une molécule de chlorure d'arsenic.

IV. — *Recherches sur les matières colorantes dérivées de l'aniline* en commun avec MM. Persoz et Salvetat (C. R. A. d. Sc. t. 52, p. 448).

Dans ce travail, de Luynes et ses collaborateurs, poussant plus à fond que ne le fit Hoffmann, l'étude de l'action du bichlorure de carbone sur l'aniline, furent amenés à la découverte d'une nouvelle matière colorante, *le bleu de Paris*, en substituant le bichlorure d'étain au bichlorure de carbone. Ce colorant résiste aux acides, fonce par les alcalis faibles et passe au groseille violacé par les alcalis concentrés. Il conserve sa nuance et sa pureté à la lumière, qualité très recherchée dans l'industrie tinctoriale.

V. — Dans une deuxième note sur le *même sujet* (C. R. A. d. Sc., t. 52, p. 700), les auteurs précisent les conditions de la préparation du bleu de Paris et l'obtiennent cristallisé en aiguilles bleues, brillantes, rappelant le sulfate de cuivre ammoniacal. Ils en indiquent les propriétés et réactions principales.

VI. — En 1862 (Communication faite à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. — Séance du 5 novembre 1862), de Luynes fournit à l'Industrie un procédé d'extraction du bismuth de ses alliages fusibles, notamment de l'alliage de Homberg dont on se servait dans les fabriques d'impression sur tissus.

Il avait été amené à cette recherche par la hausse considérable du prix du bismuth dont la production était alors limitée et dont la consommation allait grandissant.

Son procédé simple et pratique avait, en outre, l'avantage de fournir comme sous-produits de l'étain métallique et une solution concentrée de chlorure de zinc, produits dont la valeur compensait presque complètement les frais du traitement de l'alliage.

Vers la même époque de Luynes commença ses études sur l'érythrite et ses dérivés. Ce sujet l'absorba pendant de nombreuses années et fit l'objet de sa thèse pour le doctorat ès sciences. Il devint pour lui la source d'importantes découvertes théoriques et pratiques.

VII. — *Sur la Constitution de l'érythrite* (C. R. A. d. Sc. t. 55, p. 624).

Dans cette note de Luynes établit la vraie formule de l'érythrite qu'on extrait des lichens à orseille, formule qui n'était pas connue avec certitude. Il montre, en outre, en se basant sur l'action de l'acide iodhydrique sur l'érythrite, que ce corps doit être considéré comme un alcool tétratomique. C'était, en fait, la découverte du premier alcool tétratomique connu.

VIII. — *Nouvelles observations sur l'érythrite.* (C. R. A. d. Sc., t. 56, p. 803).

Ce travail fait suite au précédent. De Luynes y étudie quelques propriétés physiques nouvelles de l'érythrite et quelques transformations chimiques de ce corps. En solution aqueuse concentrée et en présence du noir de platine, l'érythrite absorbe l'oxygène avec tant d'énergie que la masse devient incandescente. En solution plus étendue l'action est moins vive et il se produit de l'acide mannitique.

L'action, signalée précédemment, de l'acide iodhydrique sur l'érythrite est approfondie ici. L'iodure obtenu donne, par saponification, un hydrate de butylène (alcool butylique secondaire), isomérique avec l'alcool butylique ordinaire et analogue à l'hydrate d'amylène que Wurtz venait de décrire.

De Luynes donne, en outre, quelques détails sur la préparation de l'érythrite et de l'orcine à partir de l'acide érythrique. (Par acide érythrique il faut entendre ici l'*érythrine* ou *éther orsellique* que l'on rencontre dans quelques végétaux dont on l'extrait.)

L'érythrine chauffée à 150° en vase clos, en présence de chaux éteinte, se transforme en érythrite et orcine. Par refroidissement il se dépose d'abord de l'orcine cristallisée. Les eaux-mères, renfermant toute l'érythrite et le reste de l'orcine, sont concentrées; les deux substances cristallisent. On les sépare par l'éther qui ne dissout que l'orcine.

Ce procédé est encore suivi actuellement pour retirer l'érythrite et l'orcine des végétaux qui les contiennent sous la forme d'érythrine. Mais, en fait, la théorie de la réaction est un peu plus compliquée que ne l'indique la note.

Sous l'influence de la chaleur et de la chaux, l'érythrine se dédouble d'abord en érythrite et acide orsellique. Ce dernier corps étant peu stable se détruit lui-même par l'action du traitement subi et fournit secondairement de l'orcine et de l'acide carbonique.

IX. — *Note sur le butylène* (C. R. A. d. Sc., t. 56, p. 1175, 1863).

Dans les deux mémoires précédents, il est question de l'action réductrice de l'acide iodhydrique sur l'érythrite. L'iodhydrate de butylène qui en résulte et qui (voir ci-dessus) a fourni l'alcool butylique secondaire, est envisagé ici dans sa réaction avec l'acétate d'argent. Cette nouvelle transformation, très violente, donne deux corps : l'un est l'acétate de butylène, liquide bouillant à 114°; l'autre, gazeux, est le butylène. Le butylène était peu connu à l'époque ; de Luynes en décrit quelques propriétés.

Il annonce en même temps qu'il a pu réaliser la préparation de l'érythrite chlorhydrique dont il signale quelques caractères.

X. — *Sur la préparation industrielle de l'orcine* (Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ; 2e série, t. X, p. 270, 1863).

L'orcine était une matière fort rare bien que très répandue dans la nature. Mais les procédés de préparation usités jusque là étaient longs, pénibles et incertains.

De Luynes fait l'historique de ces procédés. Le principal était celui de *Stenhouse*. Ils ont tous l'inconvénient de produire la saponification de l'érythrine en vases découverts.

En opérant en vase clos (voir plus haut), de Luynes évite totalement la production des matières résineuses qui se formaient avec les anciens procédés dont les rendements étaient par cela même illusoires. La méthode de de Luynes fournit de l'orcine cristallisée avec des rendements *pratiques et industriels*. C'est un grand service qu'il a rendu à l'industrie tinctoriale, car l'orcine est la source de diverses matières colorantes très estimées.

Il fait dans ce mémoire une description très détaillée de sa méthode que j'ai résumée plus haut.

XI. — *Recherches sur l'orcine* (C. R. A. d. Sc., t. 57, p. 161 et Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, t. 10, p. 636, 1863).

C'est une étude sur diverses réactions et propriétés de l'orcine. A signaler l'action des vapeurs d'acide azotique qui, à la température ordinaire, transforment l'orcine en une matière colorante nouvelle, différente de l'orcéine déjà connue. Cette matière colorante rouge vire au violet avec les alcalis et est ramenée au rouge par les acides. Elle teint la laine en rouge vif.

XII. — *Sur la solidification du butylène* (Bulletin de la Société chimique de Paris, t. 1, p. 166, 1864).

Le butylène se solidifie en une masse blanche semi-transparente à la

température produite dans le vide par un mélange d'acide carbonique et d'éther.

XIII. — *L'iodhydrate et l'hydrate de butylène* (C. R. A. d. Sc., t. 58, p. 1089).

L'iodhydrate et l'hydrate de butylène présentent des propriétés analogues à celles que Wurtz avait constatées dans l'iodhydrate et l'hydrate d'amylène.

L'iodhydrate se forme directement à 0° par l'action du butylène sur l'HI concentré.

Avec le brome il donne un bibromure bouillant à 158°. La potasse en solution alcoolique le détruit avec formation de butylène gazeux. C'est un moyen commode et élégant de préparer ce gaz.

L'hydrate de butylène bout à 96°-98° ; au contact de HI, il régénère l'iodhydrate. A 240°-250°, en vase clos, il se dédouble en eau et butylène. Tous ses caractères, en somme, le rapprochent de l'hydrate d'amylène de Wurtz.

XIV. — *Sur l'emploi de l'acide iodhydrique en chimie organique.* En commun avec M. Salet (Bulletin de la Société chimique de Paris, nouvelle série, t. 1, p. 166, 1864).

Il importe d'employer l'HI au maximum de concentration. Pendant les réactions, il y a dépôt d'iode et par conséquent affaiblissement progressif de la dissolution. D'où nécessité d'opérer avec des dissolutions saturées à 0° et employées en grand excès.

Les auteurs ont pu, dans ces conditions et sans l'aide d'un courant d'acide carbonique, opérer la réduction de la glycérine, de l'érythrite et de la mannite.

XV. — *Sur la préparation du tournesol* (C. R. A. d. Sc., t. 59, p. 49 et Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 2e série, t. 11, p. 379, 1864).

En présence de l'eau, de l'air et de l'ammoniaque, l'orcine donne une matière colorante violette qui ne vire pas au rouge avec les acides.

Dans les mêmes conditions, mais à chaud et en présence d'un grand excès de carbonate de soude, on obtient une matière bleue qui vire au rouge pelure d'oignon avec les acides. Elle a tous les caractères de celle du tournesol.

Elle se précipite par l'HCl ; on peut la recueillir et la sécher. En solution alcoolique elle s'applique aux mêmes usages que le tournesol, mais est bien plus sensible. Elle est inaltérable à l'air sec.

XVI. — *Sur le rôle que joue l'érythrite dans les principes immédiats de certains lichens.* (C. R. A. d. Sc., t. 59, p. 81).

De Luynes, dans ce mémoire, étudie les formules rationnelles des principes contenus dans les lichens. Il y démontre que l'érythrite préexiste dans ces principes (éthers mixtes) au même titre que la glycérine dans les corps gras.

XVII. — *Recherches sur l'orcine* (C. R. A. d. Sc., t. 60, p. 920).

L'orcine ne se combine pas directement avec les acides. Mais en faisant réagir sur elle les chlorures d'acétyle, de butyryle et de benzoïle, de Luynes a pu obtenir les combinaisons correspondantes.

L'analyse de ces combinaisons lui a appris que l'orcine y est fixée à deux radicaux acides et se comporte par conséquent comme un diphénol. Le fait s'est confirmé depuis. C'est l'un des 6 dioxytoluols possibles.

XVIII. — *Sur l'action réciproque de l'orcine et de l'ammoniaque* (C. R. A. d. Sc., t. 60, p. 1033).

Une solution d'orcine absorbe énergiquement le gaz ammoniac. Il se produit une combinaison définie quand on pousse l'absorption jusqu'à saturation. La liqueur laisse déposer des cristaux volumineux qui sont formés d'équivalents égaux d'orcine et d'ammoniaque. La combinaison est inaltérable dans le vide. A l'air les cristaux absorbent l'humidité et se colorent.

XIX. — *Sur la préparation et quelques propriétés de l'acide pyrogallique.* En commun avec Esperandieu (C. R. A. d. Sc., t. 61, p. 487 et Annales de Physique et Chimie, 4e série, t. 12, p. 116).

On savait depuis Pelouze que l'acide gallique, chauffé à 210°, se dédouble complètement en acide carbonique et en acide pyrogallique. La décomposition de l'acide gallique étant intégrale, devait fournir 74 °/₀ d'acide pyrogallique. Les procédés employés n'en donnaient que 25 à 30 °/₀.

En modifiant heureusement ces procédés, MM. de Luynes et Esperandieu ont pu réaliser le rendement théorique. Leur méthode consiste à chauffer l'acide gallique à 200°, sous pression, en présence de l'eau. L'acide pyrogallique obtenu est à peine coloré. Une seule purification au charbon suffit pour donner un produit pur et bien cristallisé.

Le faible rendement des anciens procédés doit être attribué à la destruction partielle de l'acide pyrogallique sous l'influence trop prolongée de la haute température à l'air libre et à la pression ambiante.

XX. — *Sur les dérivés méthyliques, éthyliques et amyliques de l'orcine.* En commun avec A. Lionet (C. R. A. d. Sc., t. 65, p. 213).

En faisant réagir à une température convenable l'orcine cristallisée

sur un mélange d'équivalents égaux de potasse et d'éthers iodhydriques d'alcools divers (iodures de méthyle, d'éthyle et d'amyle), de Luynes et Lionet ont préparé les orcines mono, bi et tri-substituées que voici :

1) méthyl, éthyl, amyl } orcine

2) diméthyl, diéthyl } orcine

3) triméthyl, triéthyl, triamyl } orcine

Ils n'ont pas réussi à pousser plus loin la substitution. Ils mentionnent quelques-uns des caractères de ces divers corps.

XXI. — *Sur l'orcéine et une matière colorante qui en dérive* (Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 2e série, t. 14, p. 411, 1867).

L'orcéine est l'un des principes colorants de l'orseille. En la traitant par l'ammoniaque en vase clos à 120°, elle brunit. Si l'on neutralise la liqueur par un acide, il se précipite une substance rouge susceptible de se fixer sur le coton ; on peut l'en séparer à nouveau par une solution de carbonate de soude. Elle teint la soie en rose et se comporte d'une manière générale comme la carthamine.

XXII. — *Recherches sur les matières colorantes dérivées de l'orcine* (C. R. A. d. Sc., t. 67, p. 239, 1867).

Ce mémoire est la suite des recherches entreprises par de Luynes sur la transformation de l'orcine en matière colorante pour arriver à établir la théorie de la fabrication de l'orseille.

On croyait à l'époque que l'orcine se transformait en matière violette par une réaction simple (fixation d'AzH^3 et d'oxygène avec élimination d'eau).

De Luynes a reconnu que la transformation est plus compliquée et qu'il se forme en réalité deux substances distinctes. L'une violette, d'aspect résineux, soluble dans l'ammoniaque et inscristallisable forme la partie principale de l'orcéine.

La seconde, incolore, cristallisée et insoluble dans l'ammoniaque, possède des propriétés curieuses. Elle se dissout dans l'alcool en le colorant en rouge cramoisi, ainsi que dans les alcalis et les acides concentrés.

Dans ce même mémoire de Luynes fournit quelques détails sur les

circonstances variées dans lesquelles l'orcine peut se colorer et démontre qu'il n'est pas nécessaire pour cela de s'adresser à de l'oxygène libre. On peut, à cet oxygène, substituer des oxydants variés tels que le bichromate d'ammoniaque, le sulfate de cuivre, le bioxyde d'azote, etc.

XXIII. — *Sur quelques combinaisons nouvelles de l'orcine* (C. R. A. d. Sc., t. 67, p. 656).

L'orcine se combine directement avec l'acide picrique pour former un composé très bien cristallisé ; la combinaison renferme des équivalents égaux d'orcine et d'acide picrique.

Elle se combine également avec la nicotine, l'oxyde d'éthylène et la rosaniline et aussi avec le sel marin avec lequel elle donne un produit bien cristallisé.

L'ensemble de ses travaux sur l'érythrite et l'orcine ont valu à de Luynes une partie du prix Jecker, que l'Académie des Sciences lui décerna en 1866.

XXIV. — *Sur la trempe du verre et en particulier sur les larmes bataviques* (C. R. A. d. Sc., 10 février 1873).

La rupture qui se produit dans les larmes bataviques au moment où l'on en brise la queue, avait été attribuée à l'état de dilatation forcée de la masse intérieure. La couche extérieure, brusquement solidifiée par le refroidissement au moment où les parties intérieures sont encore chaudes et fortement dilatées, force celles-ci à conserver un volume plus grand que celui auquel elles se seraient réduites si toute la masse s'était refroidie lentement. De là un équilibre instable, maintenu seulement par la résistance des couches extérieures, équilibre qui cesse brusquement par la rupture d'une partie quelconque de la larme.

Des expériences très ingénieuses instituées par de Luynes, il résulte que les couches intérieures ne jouent aucun rôle ou ne jouent qu'un rôle effacé dans le phénomène de la brusque dislocation des larmes. Celles-ci sont formées par la superposition de couches de verre *inégalement* trempées, soudées les unes aux autres. Ce sont en réalité les couches extérieures, plus fortement trempées, qui sont les plus dilatées ; c'est à leur état particulier qu'il faut rapporter les effets produits par la larme batavique.

XXV. — *Note sur certaines altérations du verre* (C. R. A. d. Sc., 12 février 1877).

C'est une étude très intéressante des altérations du verre sous l'influence, notamment, des agents atmosphériques. Il s'agit de verres de

vitres plus ou moins anciens. Ces verres légèrement chauffés s'exfoliaient à leurs surfaces. L'analyse des écailles a montré à de Luynes que dans tous ces verres les parties altérées sont beaucoup plus riches en silice que les parties profondes intactes.

Il a constaté aussi que l'humidité, pénétrant peu à peu par les fissures superficielles provoquées par l'altération, en hâte le progrès de la périphérie au centre.

Ce travail est à ma connaissance, le dernier que de Luynes ait publié dans le domaine de la science pure.

Mais je serais incomplet si je ne mentionnais pas les nombreuses conférences de vulgarisation qu'il fit, indépendamment de ses leçons officielles, soit à la Sorbonne, soit aux Arts et Métiers, soit à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Il y mettait son savoir et son expérience à la portée de tout le monde.

La France le chargea, en 1872 et en 1874, des rapports sur la Céramique aux expositions de Londres et de Vienne. Ces rapports, très documentés, sont remarquables. Ils ne sauraient être analysés et résumés ici ; les matières qui y sont étudiées sont trop variées. Il fallait, pour les traiter, tant au point de vue scientifique qu'aux points de vue technique et économique, une compétence très spéciale. Victor de Luynes mit, dans cette circonstance, sa profonde science de ces questions au service de sa patrie.

TRANSFORMATION

DES

OXYDES ET SELS MÉTALLIQUES OXYGÉNÉS

EN CHLORURES ANHYDRES

Application à l'Analyse

par **Camille MATIGNON** et **F. BOURION**

Les chlorures métalliques anhydres constituent une matière première importante pour l'étude des métaux. Ils sont presque toujours solubles dans l'eau, souvent solubles dans les dissolvants organiques, facilement fusibles et généralement réduits par les métaux alcalins. Les bains liquides obtenus par la fusion de ces chlorures isolés ou mélangés conduisent l'électricité et peuvent être décomposés en leurs éléments par le courant. Ces quelques propriétés suffisent à montrer l'importance que présente la préparation de ces chlorures.

Cette préparation, bien facile quand l'acide chlorhydrique réagit directement sur l'oxyde, devient longue et délicate dans le cas contraire.

La méthode la plus ancienne et la plus générale pour transformer un oxyde en chlorure, est due à Œrstedt [1], elle consiste à faire agir simultanément le chlore et le charbon sur l'oxyde. Aucun oxyde ne résiste à ce traitement qui exige une température élevée et présente l'inconvénient d'apporter dans la réaction les impuretés du charbon.

En outre, cette méthode universelle n'est guère applicable quand il s'agit de traiter seulement de petites quantités de matière.

On a cherché à l'améliorer en remplaçant le carbone difficile à mélanger intimement à l'oxyde par un de ses dérivés gazeux, conservant au moins en partie les propriétés réductrices du charbon. Telles sont les méthodes dérivées dans lesquelles on soumet l'oxyde à l'action

---

(1) Overs. D. Vid. Selsk. Forh. T. XXV.

simultanée du chlore et de l'oxyde de carbone ([1]), du chlore et du chlorure de carbonyle, du chlore et d'un chlorure de carbone ([2]). Ces mélanges gazeux sont d'un emploi plus commode pour la transformation de faibles quantités d'oxyde, mais ils ont l'inconvénient d'agir fort lentement.

De l'ensemble des travaux de M. Moissan ([3]) sur la réduction des oxydes par le charbon au four électrique, résulte une méthode générale de préparation des chlorures anhydres. Le métal, la fonte ou bien le carbure préparés au four électrique, réagissent facilement sur le chlore en formant le chlorure anhydre ; les deux phases de réduction et de chloruration sont ici séparées, mais la rapidité de la réduction de l'oxyde au four électrique rend la méthode particulièrement commode dans beaucoup de cas.

Nous avons pensé obtenir un bon procédé de chloruration des oxydes en remplaçant le carbone par un autre élément réducteur, le soufre. A la vérité, le soufre a des propriétés réductrices inférieures à celles du carbone, mais il a l'avantage, lui et ses composés, de sortir généralement de la zone de repos chimique à une température assez basse, contrairement à ce qui se produit pour le carbone et ses dérivés. Par exemple, c'est un fait bien connu que l'introduction du soufre dans une matière organique en abaisse la température d'inflammation. On peut donc prévoir que la substitution du soufre au carbure dans la méthode d'Œrstedt permettra d'abaisser la température de réaction et par conséquent de simplifier pratiquement la chloruration.

Ce raisonnement nous a conduits à faire agir simultanément le chlore et le soufre, c'est-à-dire le chlore et le chlorure de soufre sur les oxydes. Nos prévisions se sont vérifiées. Il nous a été possible d'obtenir les chlorures anhydres en opérant dans des tubes en verre. La réaction, souvent très rapide, constitue presque toujours une excellente méthode de préparation.

Le dispositif employé est simple : un courant de chlore convenablement desséché par son passage sur des colonnes d'anhydride phosphorique, traverse une cornue remplie de chlorure de soufre, puis se rend, chargé de vapeurs réductrices, dans le tube à oxyde chauffé sur une grille. Le tube recourbé à son extrémité est en relation avec un récipient de condensation muni d'un tube à dégagement chargé de conduire au dehors les gaz en excès. Nous employons avec avantage des tubes en verre d'Iena pour chauffer les oxydes, le même tube peut

(1) Didier, *Comptes Rendus*, T. CI. p. 882.
(2) Meyer, *Berichte*. T. XX. p. 681.
(3) Moissan, *Le Four Électrique*.

servir un grand nombre de fois pour répéter la même opération.

Quand le chlorure est liquide, comme celui de silicium, par exemple, il faut éviter de faire passer un excès de chlorure de soufre qui souillerait le chlorure de silicium dans le récipient de condensation, il suffit pour cela de chauffer à peine la cornue qui le contient.

Les chlorures volatils, mais solides à la température d'ébullition du chlorure de soufre, peuvent être condensés à l'extrémité du tube contenant l'oxyde, tandis que le chlorure de soufre en excès va se liquéfier dans le récipient suivant. Dans ces conditions, on peut activer rapidement la circulation du réducteur dont l'excès, facilement récupéré, sera utilisé dans une opération ultérieure.

Lorsque le chlorure solide est très volatil et qu'on veut en recueillir de grandes quantités, il peut être avantageux de luter une allonge à l'extrémité du tube; il suffit d'en maintenir la température vers 80° à l'aide d'un bain-marie pour que le courant de chlore entraîne le chlorure de soufre en excès.

Silice. — A la température du rouge sombre, la silice précipitée et fortement calcinée se transforme régulièrement en chlorure de silicium condensable, en un liquide jauni par un peu de chlore et de chlorure de soufre, impuretés faciles à éliminer par contact avec le cuivre. On évite presque complètement la présence du chlorure de soufre en opérant sur une longue colonne de silice chauffée. Quoiqu'on soit limité ici dans la vitesse de la réaction par la nécessité de ne pas envoyer un excès de réducteur, on peut préparer assez vite une centaine de grammes de chlorure passant à point fixe à la distillation.

Nous considérons ce procédé comme le meilleur quand on veut obtenir de grandes quantités de chlorure à partir de la silice. Il conviendrait dans ce cas, de chauffer dans un même four un faisceau de tubes parallèles reliés entre eux de manière à être parcourus successivement par le courant chlorurant et réducteur.

Alumine. — L'alumine calcinée se transforme rapidement en donnant le chlorure qui vient se sublimer dans les parties froides du tube. La réaction est déjà manifeste à 350° comme nous l'avons reconnu en opérant à température constante dans un bain métallique; elle est beaucoup plus nette à 400°.

Thorine. — Le chlorure de thorium se prépare très commodément à l'état pur. La réaction ne commence pas avant le rouge naissant; on l'accélère en chauffant davantage. Le chlorure se dépose dans les parties froides du tube en magnifiques aiguilles prismatiques, longues de 1 à 2^{cm} et relativement peu hygroscopiques. Elles ont donné à l'analyse :

	trouvé	calculé
Cl	37.64	37.91

Ce chlorure ne contenait pas trace d'oxychlorure.

Oxydes de praséodyme, néodyme et samarium. — Ces oxydes, carbonatés ou non, se transforment intégralement en chlorures. Il convient de chauffer progressivement pour éviter la fusion du mélange de chlorure et d'oxychlorure intermédiaire, sinon la portion fondue englobe la partie inattaquée et la chloruration devient alors très lente. Le dosage du chlore, dans ces différents produits extrêmement hygroscopiques, a donné les valeurs suivantes :

	Cl trouvé	Cl calculé
Praséodyme.	42.30	42.60
Néodyme	42.71	43.11
Samarium	40.51	41.52

Le samarium présente un déficit assez important, le produit ayant été amené à l'état fondu avant sa complète chloruration. L'opération est plus longue ici que dans les cas précédents, ce qui peut s'expliquer par la non volatilité du chlorure formé qui isole en partie l'oxyde non transformé ; il y a alors intérêt à opérer sur l'oxyde étalé en couche assez mince.

Anhydride vanadique. — Cet anhydride présente des particularités intéressantes. La réaction commence *à froid* ; on peut chauffer légèrement, il se produit rapidement l'oxychlorure $VOCl^3$, condensable dans un récipient refroidi. Le produit brut, soumis à la distillation, passe presque tout entier à point fixe à 126° ; il ne reste comme résidu que de petites quantités de tétrachlorure VCl^4. Le liquide jaune d'or obtenu présente toutes les propriétés de l'oxychlorure saturé.

Ainsi, grâce à la volatilité de l'oxychlorure, ce dernier échappe à une réaction plus avancée du chlorure de soufre. Mais on peut modifier le mode opératoire de manière à préparer le tétrachlorure. Il suffit de produire l'oxychlorure $VOCl^3$ à l'entrée du tube, puis de chauffer au rouge sombre, sur une longueur de 70^{cm}, les vapeurs de cet oxychlorure, mêlées à un excès de chlorure de soufre, pour obtenir la chloruration complète à l'état de VCl^4. Le produit condensé est un mélange de tétrachlorure et de chlorure de soufre faciles à séparer par une distillation fractionnée dans une atmosphère de chlore. Le tétrachlorure obtenu distille seul vers 150° en se décomposant partiellement en chlore et sesquichlorure V^2Cl^6, lequel forme un résidu solide présentant, après un lavage à l'éther, la belle teinte fleur de pêcher du chlorure chromique.

Anhydride tungstique. — L'anhydride tungstique peut d'abord donner deux oxychlorures distincts suivant les conditions de l'opération. On obtient exclusivement l'oxychlorure TuO^2Cl^2 en lamelles jaunes brillantes quand on chauffe fortement l'oxyde tungstique et seulement la portion du tube occupée par cet oxyde. Ce composé, qui commence à se sublimer à 264° sans fondre, nous a donné le dosage suivant en tungstène :

	trouvé	calculé TuO^2Cl^2
Tu	64.70	64.10

Un température plus modérée ne fournit que l'oxychlorure $TuOCl^4$ en fines aiguilles rouges, très déliées, qui fondent à 211° et entrent en ébullition quelques degrés au-dessus.

Leur analyse a donné :

	trouvé	calculé TuOC
Tu	53.72	52.73

Ces deux résultats différents sont faciles à comprendre. Quand on chauffe fortement l'acide tungstique, le composé TuO^2Cl^2 qui se forme le premier se volatilise puis se rend dans les parties froides du tube où il échappe à une réduction plus avancée; si, au contraire, on chauffe assez peu pour ne pas volatiliser ce premier produit de la réaction, un deuxième atome d'oxygène est remplacé par le chlore et le composé $TuOCl^4$ plus volatil échappe lui-même à une chloruration complète. On pourrait arriver à l'hexachlorure en chauffant sur une longueur convenable le mélange des vapeurs de S^2Cl^2 et de $TuOCl^4$, comme nous l'avons réalisé pour le vanadium.

Anhydride borique. — L'anhydride borique nous a présenté une résistance complète à la chloruration : nous avons pu volatiliser des quantités sensibles d'anhydride dans le mélange chlorurant sans produire la transformation. La quantité d'anhydride disparu a d'ailleurs été sensiblement proportionnelle à la durée de chauffe. Dans une première expérience qui a duré 3 heures, la diminution de poids a été de $0^{gr},4343$, dans une deuxième, prolongée pendant 4 heures, on a perdu $0^{gr},5180$ d'anhydride. La petitesse de ces nombres et leur proportionnalité avec le temps de chauffe s'accordent avec un phénomène de volatilisation.

Les considérations thermochimiques rendent parfaitement compte de la résistance particulière présentée par cet oxyde à la chloruration. Le remplacement d'un atome d'oxygène par deux atomes de chlore dans le silice, l'alumine et l'oxyde de bore, correspond aux absorptions de chaleur suivantes :

Silice	$24^{cal}7$
Alumine	$23^{cal}1$
Anhy. Borique	69^{cal}.

On conçoit que le charbon plus réducteur que le soufre puisse produire la transformation alors que le soufre en est incapable.

Oxydes chromique et ferrique. — Les vapeurs de chlorure de soufre mêlées de chlore constituent certainement le meilleur agent de chloruration du sesquioxyde de chrome; la réaction marche même au-dessous du rouge, elle est rapide et complète. On pourra l'utiliser comme expérience de cours. Le colcotar, l'oxyde ferrique insoluble. donne très vite dans les mêmes conditions le perchlorure volatil.

La préparation des chlorures anhydres à partir des oxydes suivants est sans intérêt, nous avons néanmoins examiné l'action du chlorure de soufre en nous plaçant au point de vue de l'application de la méthode à l'analyse.

Oxydes de nickel et de cobalt. — Avec ces oxydes, la chloruration est presque immédiate vers 400°, elle se produit avec une vive incandescence. L'aspect des chlorures ainsi que leur analyse établit leur pureté. Par exemple, avec le cobalt, en réduisant le chlorure par l'hydrogène, nous avons obtenu les nombres suivants :

	trouvé	calculé
Co	45.30	45.38

Oxydes de zinc, de manganèse, de calcium et d'étain. — La réaction donne lieu à une vive incandescence qui amène les chlorures non volatils à leur température de fusion et produit l'empâtement de l'oxyde restant; avec la chaux en particulier il n'a pas été possible d'achever la transformation. Au point de vue analytique, le seul intéressant ici, la chloruration complète aura toujours lieu si ces oxydes très actifs sont mêlés à d'autres oxydes plus résistants. Bien entendu, ces remarques ne s'appliquent pas au chlorure stannique qui se sépare aussitôt de l'oxyde, grâce à sa volatilité.

Les sels métalliques oxygénés peuvent être aussi transformés en chlorures par notre mélange chlorurant. Il n'y a lieu de considérer ici que les sulfates indécomposables ou difficilement décomposables en oxydes.

Sulfates de baryum et de calcium. — Le sulfate de baryum perd son soufre et son oxygène et donne uniquement du chlorure : ce chlorure est en effet soluble dans l'eau sans traces de résidu et la variation de poids du sel correspond à une transformation complète.

	trouvé	calculé
$BaCl^2$ (de SO^4Ba)	89.37	89.31

Le sulfate de calcium se comporte comme le précédent.

Sulfate de samarium. — On a pu préparer le chlorure anhydre de samarium à partir du sulfate anhydre, la transformation, toutefois, est un peu lente. $1^{gr},2996$ de sulfate anhydre ont laissé un résidu de chlorure pesant $1^{gr},1387$; la transformation complète exigerait un poids de chlorure égal à $1^{gr},1372$.

Carbonate de baryum. — On rend rapidement soluble une dizaine de grammes de carbonate de baryum ; la variation de poids et la dissolution complète du produit transformé indiquent une réaction achevée.

La déshydratation des chlorures hydratés s'effectue aussi commodément quand on les chauffe dans le mélange chlorurant ; c'est même dans bien des cas le moyen le plus rapide pour passer au chlorure anhydre sans avoir à craindre la formation d'oxychlorures.

Application à l'analyse.

Notre mélange chlorurant peut être appliqué, quelquefois avantageusement, à l'analyse. Les matières volatiles seront recueillies dans des absorbants appropriés tandis que les chlorures fixes resteront dans la nacelle et pourront y être étudiés. La connaissance des propriétés des chlorures susceptibles de se former permettra de distinguer, *a priori*, les cas où la méthode serait susceptible d'être intéressante.

Nous en avons fait l'application à deux exemples simples.

Mélange de sulfate de baryum et de colcotar. — La méthode est rapide, le perchlorure de fer se volatilise, il ne reste dans la nacelle que le chlorure de baryum soluble. Pour bien réussir, il importe de ne chauffer le mélange que progressivement. Des mélanges de composition déterminée faits à l'avance ont donné à l'analyse les chiffres suivants :

Composition du mélange en SO^4Ba	SO^4Ba trouvé d'après $BaCl^2$
83.79	84.25
89.11	88.90
50.55	50.49
17.23	17.10

Mélange de sulfate de baryum et d'oxyde chromique. — Si l'on chauffe modérément, la chloruration se fait sur place et le mélange initial après l'opération est remplacé par un mélange des deux chlorures. Le chlorure de baryum est séparé par l'eau du chlorure chromique insoluble.

Composition du mélange en SO^4Ba	Trouvé
41.00	40.74

Cette méthode d'analyse sera tout particulièrement recommandable quand la matière première sera d'une attaque difficile.

En résumé, ce mélange, chlore et chlorure de soufre, constitue dans la plupart des cas un excellent agent chlorurant pour les oxydes et les sels oxygénés. Il fonctionne à température assez basse et permet de préparer commodément et rapidement les chlorures anhydres. Ce même mélange nous paraît appelé à rendre quelquefois de réels services en analyse.

EXPÉRIENCES

SUR LA

RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE DE L'ACIER

Par P. MAHLER

On sait que la résistance électrique de l'acier varie d'un métal à un autre, avec la proportion de certains éléments étrangers, associés au fer, tels que le carbone, le manganèse, le silicium, etc.

La résistance électrique de l'acier a fait l'objet de nombreuses recherches (1) et, notamment, d'un travail paru en 1898 dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. M. H. Le Chatelier y étudie systématiquement l'influence de divers corps qui peuvent se rencontrer dans l'acier et, en particulier, celle du carbone et du manganèse.

Suivant M. H. Le Chatelier, la résistance spécifique croît avec la teneur en carbone, et son accroissement est en moyenne de 7 microhms par 1 0/0 de carbone en poids.

De même, la résistance croît avec la teneur en manganèse à raison de 5 microhms pour 1 de manganèse. Cela à la condition que la teneur de l'acier en manganèse ne soit pas trop élevée.

Ainsi, dans l'acier magnétique obtenu en recuisant deux heures à 550° l'acier non magnétique à 13 0/0 de manganèse, la résistance n'est plus que de 3,5 microhms par unité de manganèse.

---

(1) Voir sur cette question le Travail de M. Grenet, paru en 1904 dans la « Revue de Métallurgie » (Mémoires, p. 353), et différentes notes de M. Capp, en particulier sur la Conductibilité électrique des rails, analysées en 1904, également par la « Revue de Métallurgie » (Extraits, p. 183, 238, 294) et surtout Résistance électrique de l'acier par C. Benedicks, *Zeit. f. Phys. Chem.*, 1902, p. 445 ; « Revue de Métallurgie », 1904, I *bis*, p. 35. Benedicks étudie en particulier l'effet de la trempe sur la résistance.

J'ai eu l'occasion de faire rechercher la composition et la résistance d'une série d'échantillons d'acier, assez complète dans ce sens qu'elle s'étendait aux diverses nuances de métal communément employées par les constructeurs.

Les échantillons, dont il s'agit, provenaient de l'aciérie Martin-Siemens basique de Trignac. Ils ne contenaient que des traces de silicium et que des quantités faibles de soufre et de phosphore.

Le tableau 1 ci-dessous résume les divers essais.

J'ai calculé les chiffres de la dernière colonne en appliquant la formule :

$$R = 10 + 7C + 5Mn.$$

C représente la teneur centésimale de l'acier en carbone, Mn la teneur en manganèse, 7 et 5 sont des coefficients dus aux expériences de M. H. Le Chatelier. J'ai adopté 10 pour représenter la part de résistance due au fer, aux impuretés, telles que le soufre et le phosphore et aux éléments non dosés.

— TABLEAU N° 1 —

DÉSIGNATION des Aciers.	CHARGE de rupture par millimètre carré de section.	ANALYSE		RÉSISTANCE spécifique (Microhms-centimètre).	
		Carbone °/o	Manganèse °/o	Observée.	Calculée.
Acier doux	40 kilog.	0.16	0.70	14.6	14.6
Acier doux	44 »	0.19	0.70	15.2	14.7
Acier demi-doux .	50 »	0.28	0.72	16.0	15.6
Acier demi-dur.	60 »	0.45	0.80	17.1	17.1
Acier dur.	70 »	0.62	0.80	18.0	18.3

La formule est aisée à retenir. Elle paraît, dans les limites de ces expériences, donner la résistance spécifique d'un acier courant, de composition connue, avec une approximation suffisante dans la pratique industrielle.

Plusieurs autres constatations découlent des chiffres du tableau 2.

— TABLEAU N° 2 —

DÉSIGNATION des Aciers	Numéros des Eprouvettes.	ANALYSE					Résistance spécifique	
		Carbone	Manganèse	Soufre	Phosphore	Silicium	Observée	Calculée
Acier doux	1	0.24	0.48	0.078	0.023	tr.	12.2	14.1
	2	0.17	0.48	0.091	0.016	tr.	12.»	13.6
	3	0.10	0.50	0.063	0.008	tr.	11.3	13.2
	4	0 16	0.70	0.054	0.015	0.046	14.6	14.6
Acier doux	1	0.30	0.40	0.068	0.021	tr.	12.4	14.1
	2	0.26	0.40	0.052	0.016	tr.	12.4	13.8
	3	0.17	0.40	0.073	0.016	tr.	12.2	13.2
	4	0.19	0.70	0.066	0.024	0.060	15.2	14.8
Acier demi-doux	1	0.77	0.50	0.098	0.051	tr.	14.3	17.9
	2	0.48	0.50	0.079	0.033	tr.	13.2	15.9
	3	0.29	0.50	0.086	0.031	tr.	12.5	14.5
	4	0.28	0.72	0.089	0.049	0.046	16 »	15.6
Acier demi-dur	1	0.79	0.52	0.057	0.008	tr.	15.1	18.1
	2	0.59	0.50	0.069	0.008	tr.	13.8	16.6
	3	0.61	0.55	0.061	traces	tr.	13.8	17.»
	4	0.45	0.80	0.055	0.020	0.046	17.1	17.1
Acier dur	1	0.96	0.60	0.078	0.020	tr.	15.»	19.7
	2	0.74	0.58	0.073	0.011	tr.	14.2	18.1
	3	0.52	0.60	0.076	0.016	tr.	14.3	16.6
	4	0.62	0.80	0.072	0.033	0.060	18.»	18.3

Le tableau 2 réunit des résultats, analyses, résistances spécifiques, relatifs aux opérations Martin-Siemens qui ont fourni les métaux dont il a été question plus haut. Chaque opération a donné 4 éprouvettes, prises respectivement une heure avant la coulée, trois quarts d'heure avant la coulée, enfin, avant et après l'addition finale.

Les éprouvettes ont été recuites, puis refroidies lentement. Les analyses chimiques proviennent du laboratoire de Trignac. C'est au Collège de France, dans le laboratoire de M. Langevin, que l'on a mesuré les résistances électriques.

On retrouve, dans ce nouveau tableau, pour les éprouvettes n° 4 (métal fini), les chiffres déjà indiqués et, en particulier, la résistance calculée et la résistance observée qui sont très voisines l'une de l'autre.

Le tableau 2 met aussi en évidence que les chiffres de la résistance calculée suivant la formule : $R = 10 + 7C + 5Mn$, s'écartent, partout et très sensiblement, par excès, des chiffres dus à l'observation, pour les éprouvettes n°s 1, 2, 3, qui représentent des métaux provenant de bains imparfaits, plus ou moins oxydés, plus ou moins gazeux.

On vérifie ainsi, dans les limites de ces expériences, ce point que la résistance électrique de l'acier dépend de certaines influences, dont l'effet, notamment, est de l'accroître, dans le métal obtenu après l'addition.

Les gaz occlus jouent, sans doute, là un rôle important. Remarquons, par exemple, que l'addition qui élimine l'oxyde de carbone et désoxyde le bain, y fait assurément varier la teneur et la distribution de l'hydrogène. Or, ne sait-on pas que la présence de l'hydrogène contribue à augmenter la résistance électrique de l'acier ?

L'éclaircissement (1) de ces choses intéressantes est subordonné à des recherches scientifiques comme celles que, sous le patronage de la Société d'Encouragement, M. G. Belloc entreprend sur les gaz occlus. Par ailleurs, j'ai jugé utile la comparaison au point de vue magnétique (perméabilité, hystérésis) des diverses éprouvettes dont j'ai parlé plus haut. Ce dernier travail est en cours d'exécution.

Enfin, les résultats que je viens de publier confirment que la production, au four Martin, d'un métal peu résistant à l'électricité est plus rapide et, en quelque sorte, plus facile que celle d'un acier mécaniquement utilisable.

Mars 1905.

---

(1) On consultera utilement, soit pour les résultats, soit pour les modes opératoires :

Thermolélectricité des fers et des aciers, par G. Belloc ; Thèse de doctorat, 1903 ; *Revue de Métallurgie*, 1904, Extraits, p. 106 ; *Fer et hydrogène*, par H. Wedding et T. Fischer ; *Stall und Eisen*, 1903, t. XXIII, p. 1268-1275 ; *Revue de métallurgie*, 1904, Extraits, p. 357.

SUR UN POLYNOÏDIEN

(*Lepidasthenia Digueti nov. sp.*)

COMMENSAL D'UN BALANOGLOSSE DE BASSE CALIFORNIE

par **Ch. GRAVIER**

I

Au commencement de l'année 1904, l'un des plus dévoués voyageurs naturalistes du Muséum, M. L. Diguet, a recueilli dans les sables de la baie de la Paz (Mexique, golfe de Californie) une collection fort intéressante d'Entéropneustes, dont l'étude sera publiée prochainement.

L'une de ces formes appartenant au genre *Balanoglossus* Delle Chiaje, Spengel char. emend. (1) compte parmi les géantes du groupe, car elle peut atteindre, d'après M. L. Diguet, $1^{m},50$ de longueur et est comparable, par conséquent, par sa taille, au *Balanoglossus gigas* Fr. Müller. Comme chez toutes les espèces du même genre, la région branchiale et la partie antérieure de la région hépatique sont recouvertes, sur la face dorsale, par deux replis insérés latéralement, renfermant dans leur épaisseur une grande partie des cellules reproductrices et que Spengel (2) a désignés, pour cette raison, sous le nom d'ailes génitales (*Genitalflügel*). Ces replis circonscrivent une cavité tubulaire spacieuse ouverte vers le haut, le long de la ligne médiane dorsale, suivant laquelle ils s'affrontent.

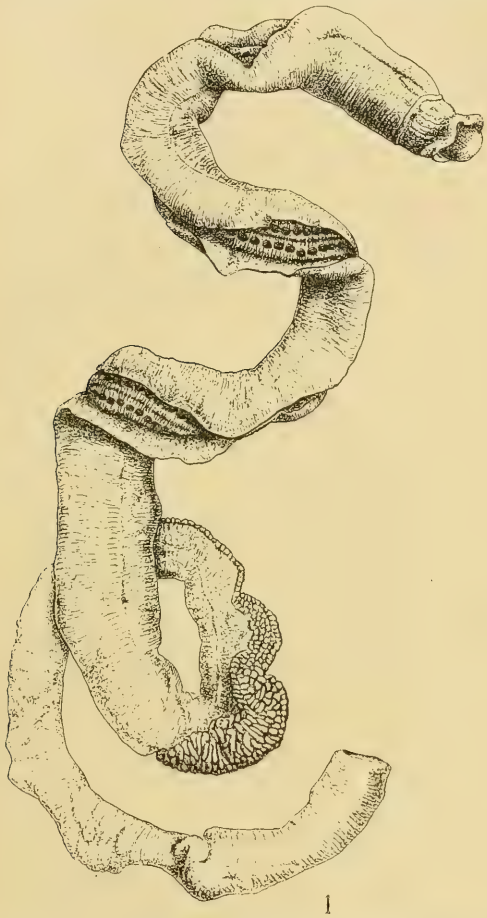
La plupart des exemplaires trouvés par M. L. Diguet donnaient asile à un Polynoïdien commensal appartenant au genre *Lepidasthenia* Malmgren, dont il est une espèce nouvelle et qui représente l'une des plus grandes formes actuellement connues du groupe auquel il se

---

(1) J.-W. Spengel, Die Benennung der Enteropneusten Gattungen, *Zoolog. Jahrbücher, Abt. für Syst., Geogr. und Biol. der Thiere,* 15er Bd, 1902, p. 209-218.

(2) J.-W. Spengel, Die Enteropneusten des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte, *Fauna und Flora des Golfes von Neapel,* XVIIIe Monographie, 1893. 758 p., 37 pl.

rattache (fig. 1). En outre, l'un de ces Polynoïdiens portait, fixé sur son dos, un très curieux Stomatopode également nouveau du genre *Lysiosquilla* Dana et qui offre un fait intéressant de mimétisme. L'ornementation de sa face dorsale fortement pigmentée rappelle celle que l'on observe chez le Polynoïdien ; de plus, à sa partie postérieure, il existe deux taches circulaires de teinte foncée qui ressemblent beaucoup aux élytres du Polychète co-commensal.



1

Fig 1. — L'Annélide commensale en place dans son hôte. Les ailes génitales du Balanoglosse ont été écartées en trois régions différentes pour laisser voir le commensal aisément reconnaissable à ses élytres qui se présentent comme des taches noires disposées en deux séries latérales. $\left(\text{Réduit de plus de } \frac{1}{3}\right)$.

On peut remarquer que le tube dorsal limité latéralement par les ailes génitales du Balanoglosse constitue un gîte des plus avantageux pour le Polynoïdien. L'eau s'y renouvelle constamment pour les besoins de la respiration de l'hôte ; le courant est entretenu par le jeu des cils vibratiles des parois de la région branchiale située tout en avant. D'autre part, les Polynoïdiens sont des animaux paresseux, d'allure lente ; les élytres donnent à leur corps une certaine rigidité. Le commensal trouve donc chez son hôte non seulement un abri très sûr, d'où il est très facile de sortir et où il est tout aussi aisé de pénétrer, puisqu'il suffit d'écarter les bords des ailes génitales flottantes,

mais encore un véhicule commode qui le transporte dans le milieu où il trouve lui-même les éléments de sa nourriture. Le Balanoglosse est loin d'être un animal sédentaire; il peut se déplacer rapidement dans le sable où il vit. M. L. Diguet n'a pas vu trace du tube en U qu'il habite, dit-on; j'ai cherché moi-même en vain de tels tubes à Obock, dans les prairies de *Cymodocc* où j'ai recueilli une autre forme de Balanoglosse. Il est probable que, dans beaucoup de cas tout au moins, la partie profonde du soi-disant tube en U a une forme bien vague.

Le Polychète paraît s'accommoder fort bien du mucus à odeur d'iodoforme abondamment sécrété par l'Entéropneuste; il est sans doute adapté complètement à cet habitat spécial, l'accoutumance rendant tout familier.

Ce Polynoïdien est le second Polychète mentionné jusqu'ici comme commensal des Entéropneustes. Alfred Giard a, en effet, trouvé en 1882 (1) chez deux espèces de Balanoglosse des îles Glénans qu'il nomma sans les décrire [*Balanoglossus Salmoneus* = *Balanoglossus* (*Glossobalanus* Spengel 1902) *Sarniensis* Kœhler 1886; *Balanoglossus Robinii* = *Balanoglosus clavigerus* Delle Chiaje 1829] un commensal, l'*Anoplonereis Hermanni* qu'il considérait alors comme un « type synthétique d'Annélide », comme un Lycoridien ayant des affinités avec les Hésioniens, les Polynoïdiens et les Syllidiens; quatre ans plus tard (2), cet auteur reconnut qu'il s'agissait en réalité d'un Hésionien typique qui se rattachait au genre *Ophiodromus* Sars ou *Stephania* Claparède et qui serait même très voisin de *Stephania flexuosa* Delle Chiaje de la Méditerranée.

C'est d'ailleurs l'un des traits les plus caractéristiques des Aphroditiens, au point de vue biologique, que leur tendance très marquée à vivre en commensalisme avec les animaux les plus variés. Ce sont surtout les Echinodermes et les Polychètes eux-mêmes qui sont le plus commensalisés par les Aphroditiens. Parmi les premiers, les diverses classes : Astérides (*Astropecten*, *Asterias*, etc.); Ophiurides (*Ophiothrix*, *Ophiocoma*, etc.); Echinides (*Echinus*, *Spatangus*, etc.); Holothurides (*Cucumaria*, *Synapta*, etc.), fournissent chacun leur contingent d'hôtes. Parmi les Polychètes, ce sont surtout les Tubicoles qui offrent un abri à leurs congénères, en particulier les Térébelliens, les Serpuliens, les Chétoptériens, etc. Les Annélides errantes

(1) Alfred Giard, Sur un type synthétique d'Annélide (*Anoplonereis Hermanni*) commensal du Balanoglossus, *C. R. Ac. des Sc.*, t. 95, 1882, p. 389-391.

(2) Alfred Giard, Fragments biologiques. 5. Sur Ophiodromus Herrmanni Giard, *Bull. Sc. Dép. du Nord*, t. 9, 1886, p. 93-99.

elles-mêmes peuvent être mises à contribution. Ainsi, Mac Intosh [1] a signalé la présence de l'*Harmothœ marphysœ* Mac Intosh dans les trous de *Marphysa sanguinea* Montagu ; j'ai trouvé cette espèce dans les mêmes conditions aux îles Chausey en 1899 ; le même savant écossais a extrait d'un trou d'Eunice la *Lagisca Jeffreysi* [2]. En réalité, ces faits rentrent en quelque sorte dans les précédents ; car la Marphyse et l'Eunice se creusent des galeries qui sont de véritables tubes. Mais ce qui est plus curieux, c'est le cas d'Aphroditiens commensaux d'autres Aphroditiens : celui par exemple, de l'*Evarne Kerguelensis* que Mac Intosh [3] découvrit parmi les soies du *Lætmonice productœ* Grube ; de l'*Antinoë parasitica* que Webster [4] trouva sous les élytres du *Lepidametria commensalis* vivant lui-même dans les tubes de l'*Amphitrite ornata* Verrill.

En revanche, les Aphroditiens sont eux-mêmes largement commensalisés ou parasités par les autres animaux : Protozoaires, Cœlentérés, Echinodermes, Nématodes, Bryozoaires, Polychètes, Acariens, Crustacés et Tuniciers.

De nombreux Polynoïdiens sont parasités en particulier par des Entomostracés variés que Kröyer, Steenstrup et Lütken, Sars, Levinsen, etc., nous ont fait connaître ; mais, jusqu'ici, on n'a jamais signalé de cas semblable à celui du commensalisme superposé que réalise le *Lysiosquilla Digueti* Coutière trouvé sur le *Lepidasthenia* vivant à l'intérieur du Balanoglosse du golfe de Californie.

II

Les exemplaires de ce Polynoïdien commensal du Balanoglosse sont malheureusement tous fragmentés. L'un d'eux, dont les parties sont restées adhérentes l'une à l'autre, a 20 centimètres environ de longueur, la largeur maxima étant de 10 millimètres. Il est difficile de mesurer d'une façon rigoureuse les dimensions de cet exemplaire fortement contracté, dont les fragments sont enroulés sur eux-mêmes. M. Diguet qui a vu ces Polychètes vivants affirme que les plus grands

---

(1) W.-C. Mac Intosh, On british Annelida ; part. I, *Transact. of the zoolog. Soc. of London*, 1876, t. 9, p. 384.

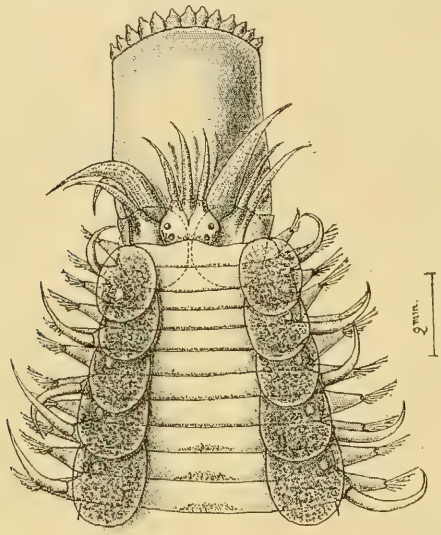
(2) W.-C. Mac Intosh, On the Annelids of the Porcupine Expedition of 1869 and 1870, id., p. 397.

(3) W.-C. Mac Intosh, Report on the Annelida Polychæta, The Voyage of H.-M.-S. Challenger, 1885, p. 97.

(4) H.-E. Webster, On the Annelida Chætopoda of the Virginian Coast. *Trans. of the Albany Institute*, 1879, p. 8.

individus ont de 25 à 30 centimètres de longueur ; ils occupent le tube dorsal du Balanoglosse à peu près dans toute son étendue.

La forme est plutôt grêle ; le corps est déprimé. Sur la face dorsale, dans la partie antérieure du corps, les élytres, de dimensions relativement réduites, laissent la plus grande partie du dos à nu, mais sont imbriqués ; dans la partie postérieure, ils s'espacent et se réduisent, de façon à être séparés assez largement les uns des autres dans le sens de la longueur. Ces élytres, avec leur teinte très sombre, formant comme deux séries de taches longitudinales, donnent une physionomie spéciale à l'animal. Dans l'exemplaire de 20 centimètres de longueur, le nombre des segments dépasse 200.



2

Fig. 2. — Partie antérieure du corps, face dorsale. Les élytres de la 1re paire sont représentés par leur contour en pointillé. La trompe est extroversée.

Le prostomium est hexagonal (fig. 2) ; très saillant de chaque côté dans sa région postérieure, il présente une échancrure antérieure assez profonde correspondant à l'antenne médiane. Les yeux sont sensiblement circulaires ; le cristallin est orienté latéralement et en avant pour les yeux antérieurs, en arrière pour les yeux postérieurs. Les antennes, presque cylindriques, s'effilent brusquement dans leur partie terminale ; elles sont lisses dans toute leur étendue. La médiane, un peu plus longue que les latérales, s'insère au sommet d'une base déprimée, limitée par deux lignes qui dessinent une échancrure dont la pointe est au niveau des yeux antérieurs. Les palpes, graduellement étirés à partir de leur base, terminés en pointe grêle, sont beaucoup plus longs que les antennes.

Le premier segment est porteur de deux paires de cirres tentaculaires de même forme que les antennes ; les cirres ventraux sont un peu plus longs que les dorsaux.

La base des antennes, la partie postérieure du prostomium, les

palpes, les cirres tentaculaires sont couverts de ponctuations assez serrées, de teinte sombre.

Le second segment, qui est le premier sétigère, porte la première paire d'élytres. Cette première paire, insérée beaucoup plus près de la ligne médiane dorsale que les suivantes, recouvre presque tout le prostomium, la base des palpes et des cirres tentaculaires; ces deux premiers élytres sont tangents par leur bord interne; ils sont seulement représentés dans la figure 2 par leur contour en pointillé. Ces appendices sont sensiblement circulaires (fig. 3) au moins dans la partie antérieure du corps; plus en arrière, ils s'allongent parallèlement au plan de symétrie. Les élytres antérieurs sont fortement pigmentés en teinte très sombre, presque noire, sauf sur le bord postérieur recouvert par l'élytre suivant et sur la surface d'insertion de l'élytrophore qui se présente sur l'ensemble comme une tache relativement claire.

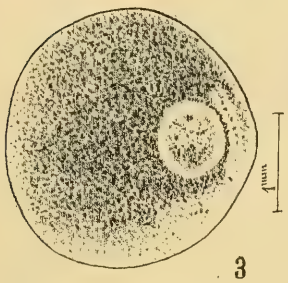


Fig. 3. — Elytre de la partie antérieure du corps.

Jusqu'au 23e segment, les segments porteurs d'élytres sont ceux de rang impair, sauf les deux premiers; au delà, les élytres se succèdent régulièrement de 3 en 3 segments, c'est-à-dire que deux segments porteurs d'élytres sont séparés par deux segments cirrigères; cette distribution se poursuit jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Les élytres sont donc répartis sur les segments dont les numéros d'ordre sont les suivants : 2e, 4e, 5e, 7e, 9e, 11e, 13e, 15e, 17e, 19e, 21e, 23e, 26e, 29e, 32e, 35e, 38e, 41e, 44e.....

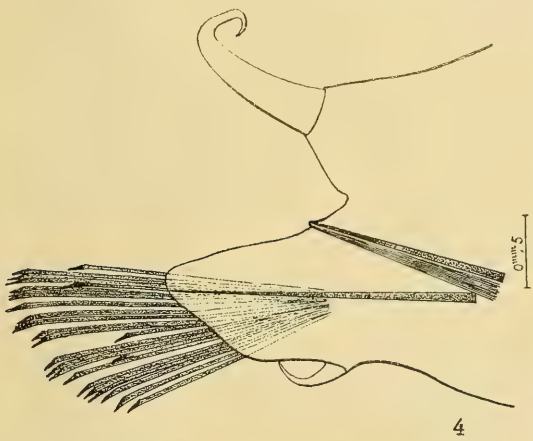
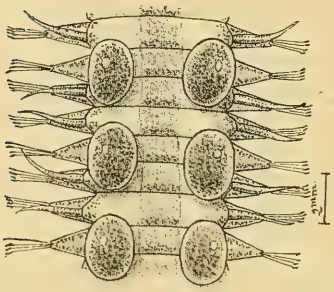


Fig. 4. — Parapode d'un segment cirrigère.

Dans le parapode d'un segment cirrigère (fig. 4), le cirre dorsal porté sur un article basilaire large et saillant, décroît régulièrement de diamètre de son insertion à son sommet. Le parapode est biramé; la rame dorsale, rudimentaire, soutenue par un acicule assez fort ne trahit son existence à l'extérieur que par une éminence à peine perceptible; au-dessous de l'acicule, on voit un faisceau compact de fines soies rectilignes qui restent toutes incluses.

La rame ventrale qui paraît constituer à elle seule tout le parapode est très saillante et tronquée obliquement vers le bas à son extrémité; elle est soutenue par un acicule plus fort que celui de l'autre rame et porte un faisceau de soies épaisses toutes de même forme. Ces soies (fig. 7), légèrement coudées à leur extrémité, finement striées en long, portent dans leur partie terminale et d'un côté seulement, des sortes de demi-cornets au nombre de huit et qui s'emboîtent mutuellement et partiellement; l'extrémité de la soie est en pointe légèrement recourbée. Seule, l'étendue de cette région à cornets emboîtés l'un dans l'autre présente quelques variations.



5

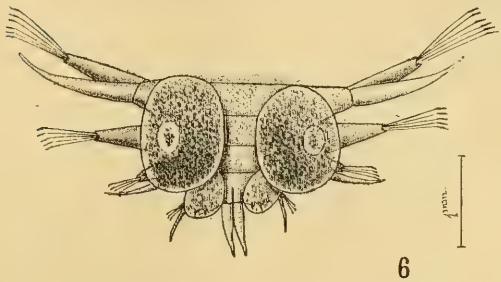
Fig. 5. — Partie postérieure du corps; les élytres sont séparés les uns des autres, de chaque côté du corps.

Le cirre ventral, de forme conique comme le dorsal, est peu développé; seul, celui du premier sétigère prend le même développement que le cirre dorsal correspondant.

Dans les derniers segments du corps, la rame dorsale se réduit beaucoup et ne forme plus aucune saillie sur le parapode; l'acicule reste en profondeur et sa pointe distale n'affleure même pas à la surface du corps. Dans cette région, il existe des soies du type signalé plus haut, mais plus grêles (fig. 8), à partie terminale relativement plus allongée et munie de onze cornets; on y trouve, en revanche, des formes plus trapues avec cinq cornets seulement; la figure 9 montre l'emboîtement de ces cornets et leur insertion par la base sur la soie.

Dans la première partie du corps, on observe sur la face dorsale, à la limite de séparation des segments, une ligne pigmentée dont la largeur croît peu à peu d'avant en arrière (fig. 2); dans la seconde moitié du corps (fig. 5), cette pigmentation s'étend sur une bande médiane continue assez large; la base et la partie terminale des cirres dorsaux et les mamelons sétigères sont couverts de fines ponctuations de teinte

sombre. On voit que dans cette partie du corps, les élytres, nettement séparés les uns des autres, ont une forme plus allongée que dans la région antérieure ; l'avant-dernière paire d'élytres (fig. 6) recouvre cependant un peu la dernière paire.



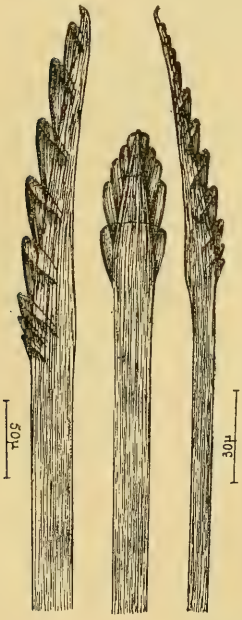
6

Fig. 6. — Extrémité postérieure du corps, face dorsale. La dernière paire d'élytres couvre les derniers segments.

A partir du second sétigère, la face ventrale porte à la base de l'insertion des parapodes, sur une éminence bien marquée, une petite papille néphridienne qui conserve de faibles dimensions d'un bout à l'autre du corps.

Le corps se termine par deux courts cirres anaux, de taille plus considérable cependant que les cirres dorsaux des segments voisins.

La trompe, bien développée, s'ouvre par une sorte de fente transversale dont les deux lèvres sont garnies chacune de 13 papilles renflées à leur base (fig. 2) ; en écartant celles-ci, on voit les deux mâchoires dorsales et les deux ventrales en forme de dents recourbées se regardant par leur pointe.



7 9 8

Fig. 7, 8, 9. — Divers types de soies ventrales.

Chez l'exemplaire de 20 centimètres de longueur dont il a été question plus haut, la disposition des élytres est absolument régulière d'un bout à l'autre du corps, avec le mode de répartition qui a été indiqué; il en est de même chez trois autres individus dont la taille varie entre 12 et 20 centimètres.

Chez un autre exemplaire, tout est régulier dans les trois premiers quarts environ du corps ; puis il se produit une sorte de déclanchement, par suite de la présence de deux élytres sur deux segments consécutifs, d'un même côté du corps ; la discordance se maintient jusqu'à l'extrémité postérieure, la loi de succession des élytres et des cirres restant la même des deux côtés du

corps, en arrière du premier segment portant d'un côté un cirre et de l'autre une élytre supplémentaire, anormale. Si l'on désigne par E l'élytre, par C le cirre dorsal, on peut représenter de la manière suivante l'anomalie en question, en écrivant sur une même ligne les appendices d'un même segment :

.....
.....
E — E
C — C
C — C
E — E
C — E
C — C
E — C
C — E
.....
.....
.....

A partir du segment porteur de l'élytre supplémentaire, il n'y a plus qu'un segment sur trois qui soit normal au point de vue des appendices dorsaux, ce segment porte des cirres ; les autres segments ont un cirre d'un côté, un élytre de l'autre.

Chez un autre individu, et dans la région postérieure du corps également, on observe une irrégularité du même ordre, par l'intercalation, d'un côté, d'un élytre supplémentaire dans la série normale ; mais la perturbation causée par cet appendice est effacée par une nouvelle irrégularité qui se produit du même côté. En usant des mêmes lettres que précédemment pour désigner les appendices des parapodes, le tableau suivant montre plus clairement que ne le ferait une longue explication comment se fait le retour à l'état normal dans ce cas particulier :

....
.....
.....
E — C
C — E
C — C
E — C
C — E
C — C

E — E
C — E
C — C
E — C
C — E
C — C
E — E
C — C
C — C
E — E
C — C
.....
.....
.....

L'examen attentif de ce tableau montre comment une élytre compensatrice fait disparaître une double perturbation dans la distribution des appendices parapodiaux du même côté du corps. Il y a là un curieux exemple de ce pouvoir de « Regulation » des organismes mutilés, étudié d'une manière approfondie par H. Driesch (1). Comme l'a écrit récemment S.-J. Holmes (2) : « The organism is a sort of self-« regulating mechanism in which deviations from the normal which « are constantly occurring are held in check. »

III

Le Polynoïdien dont la description précède, avec ses trois antennes, dont les deux latérales ont une insertion marginale, appartient à ces formes complètement vêtues par les élytres, très allongées, à anneaux fort nombreux, à parapodes subbirèmes, pour lesquelles ont été

(1) H. Driesch, Studien über das Regulationsvermögen der Organismen. 1. Von den regulativen Wachsthums und Differenzirungsfähigkeiten der *Tubularia*, *Arch. für Entwicklungsmech.* 1897, 5er Bd., p. 389-418, 14 fig. — 2. Quantitative Regulationen bei der Reparation der *Tubularia*. — 3. Notizen über die Auflösung und Wiederbildung des Skelets von Echinidenlarven, 2 fig. id, 1899, 9er Bd., p. 103-139. — 4. Die Verschmelzung der Individualität bei Echinidenkeimen, 13 fig., id. 1900, 10er Bd., p. 411-434. — 5. Ergänzende Beobachtungen an *Tubularia*, 6 fig., id. 1901, 11er Bd., p. 185-206 — 6. Die Restitutionen der *Clavellina lepadiformis*, 6 fig., id. 1902, 14er Bd., p. 247-287 — 7. Zwei neue Regulationen bei *Tubularia*, 2 fig., id. 1902, 14er Bd., p. 532-538.

(2) S.-J. Holmes, The Problem of Form Regulation, 3 fig. *Arch. für Entwicklungsmech. der Organ.*, 1904, 17er Bd., p. 265-305.

créés les genres *Lepidasthenia* Malmgren (1) et *Lepidametria* Webster (2).

Webster a fait remarquer dans la diagnose du genre *Lepidametria* : « In many respects, it agrees with *Lepidasthenia* Malmgren, but is « excluded from that genus by having setæ in the dorsal rami. » Or l'espèce type du genre, le *Lepidasthenia elegans* Grube (3), a précisément une rame dorsale rudimentaire, ainsi que Malmgren l'avait parfaitement reconnu et que Marenzeller (4) l'a confirmé. Il ne reste donc, pour séparer les deux genres en question, que la répartition des élytres qui serait absolument régulière dans le genre *Lepidasthenia* et qui présenterait des anomalies variées dans le genre *Lepidametria*.

Or, l'étude du Polynoïdien commensal du Balanoglosse californien nous a montré que parmi les exemplaires appartenant incontestablement à la même espèce, les uns ont leurs élytres disposés très régulièrement, tandis que les autres offrent à considérer des anomalies purement individuelles et que chez quelques-uns de ceux-ci, la perturbation n'affecte qu'un nombre limité de segments, la « Regulation » se produisant par l'intercalation d'un élytre complémentaire, c'est-à-dire par l'intervention répétée de la cause même du trouble introduit dans la répartition de ces appendices.

H.-P. Johnson a observé des faits du même ordre chez le *Polynoe gigas* Johnson (5). Sur 9 spécimens étudiés par cet auteur, 3 seulement avaient le même nombre d'élytres à droite et à gauche ; deux de ces derniers avaient chacun deux segments asymétriques, grâce auxquels la symétrie, un moment rompue, se trouvait rétablie. Le *Lepidinotus Lordi* Baird donne lieu aux mêmes remarques (6), de même que l'*Harmothoe tuta* Grube. En outre, une anomalie qui rentre encore dans le même cadre, a été signalée par S. Orlandi (7) chez une forme de la même tribu qui offre très généralement une constance absolue dans la succession des segments cirrigères et des segments

(1) A.-J. Malmgren, Annulata polych. Spitsb., Groenl., Island. et Scand., Öfvers. af Kongl. Akad. Förhandl, 1867, p. 139.

(2) H.-E. Webster, On the Annelida Chætopoda of the Virginian Coast, *Trans., of the Albany Institute*, 1879, p. 10, pl. III, fig. 23-31.

(3) Ed. Grube, Actinien, Echinodermen und Würmer, 1840, p. 85.

(4) E.v. Marenzeller, Zur Kenntniss der adriat. Annel., *Sitzungsber der K. Akad. der Wiss.* 1874, Bd. 69, p. 408, taf. 1, fig. 1 ; id 1875, Bd. 72, p. 11.

(5) H.-P. Johnson, A preliminary Account of the Marine Annelids of the Pacific Coast, with descriptions of new species, *Proceed. Calif. Acad.* Vol. 1, n° 5, 1897, pl. VII, fig. 33, 42, 42a ; pl. VIII, fig. 48, 48a, 48b, 49.

(6) H.-P. Johnson, The Polychæta of the Puget Sound Region, *Proceed. of the Boston Soc. of natural History*, vol. 29, n° 18, 1901, p. 388 et p. 394.

(7) S. Orlandi, Di alcuni Anellidi Policheti del Mediterraneo, *Atti della Societa Ligustica di Sc. nat. e Geogr.*, 1896, Anno 7, Fasc. 3, p. 5.

élytrophores, le *Lepidonotus clava* Mont. Chacun des 17e, 19e, 21e et 23e segments portait, chez un individu de cette espèce recueilli dans le port de Gênes, à droite une élytre, comme d'ordinaire, mais à gauche, un cirre dorsal.

Le seul caractère différentiel fondé sur la répartition des élytres pour séparer les deux genres *Lepidasthenia* et *Lepidametria* n'a donc aucune stabilité. Le genre *Lepidametria* fondé par Webster en 1879 doit disparaître; il n'y a à conserver que le genre *Lepidasthenia* Malmgren (1867) dans lequel rentreraient le *Polynoe gigas* Johnson, le *Lepidonotus Lordi* Baird, le *Lepidametria commensalis* Webster et l'espèce californienne décrite ici.

Le *Lepidasthenia* de Basse Californie n'est d'ailleurs pas sans analogie avec le *Lepidametria commensalis* Webster. Il en diffère cependant par la forme du prostomium et les dimensions relatives des antennes, par les élytres qui peuvent couvrir complètement le corps de l'espèce décrite par Webster, par le plus grand développement de la rame dorsale dont les soies sont saillantes, et surtout par la forme des soies ventrales, par la taille et le nombre des segments; chez le *Lepidametria commensalis*, la longueur varie de 50 à 90 millimètres, le nombre des segments oscillant entre 60 et 80.

Le *Polynoe gigas* Johnson se rapproche peut-être davantage de l'espèce de Basse Californie; c'est, d'ailleurs, une forme robuste, de très grande taille, plus trapue que celle-ci, la largeur du corps étant de 12 millimètres pour une longueur de 165 millimètres. Un exemplaire vivant, complètement étendu, ne mesurait pas moins de 23 centimètres. Mais le nombre des segments est relativement beaucoup moins considérable, puisqu'il est compris pour les 9 spécimens de différentes tailles qui ont été étudiés, entre 81 et 86; il dépasse 200 chez les plus grands des exemplaires recueillis par M. L. Diguet. Les deux espèces sont d'ailleurs nettement distinctes par les caractères des parapodes dans lesquels les cirres dorsaux sont extrêmement courts et fusiformes, la rame dorsale généralement sans soies ou avec une ou deux petites soies dans l'espèce de Puget Sound, par ceux des élytres et par le développement des papilles néphridiennes.

Nous donnerons à l'espèce nouvelle de Basse Californie le nom de *Lepidasthenia Digueti* pour rappeler celui de l'excellent voyageur naturaliste qui l'a trouvée.

IV

La perturbation qui rompt la symétrie dans une région plus ou

moins étendue du corps chez les diverses espèces du genre *Lepidasthenia* provient, en somme, de la substitution d'une élytre à un cirre dorsal ou inversement. Or, on sait que le remplacement d'un organe par un autre complètement différent et inséré au même point, a presque toujours pour point de départ un traumatisme. Il n'est donc pas invraisemblable de ramener l'anomalie dans la répartition des cirres et des élytres à un cas d'*hétéromorphose* (1), à une lésion qui se produirait au niveau du cirre ou de l'élytre supplémentaire, à l'époque de la formation et de l'individualisation du segment correspondant.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler à ce sujet le cas mentionné en 1901 par Prentiss (2), bien qu'il n'ait qu'un rapport indirect avec celui qui nous occupe ici. Parmi des centaines d'exemplaires de *Nereis virens* Sars récoltés en novembre 1899, à l'embouchure de la rivière Sangus, près de Lynn Mass., se trouvait un individu qui offrait une curieuse anomalie s'étendant sur 23 segments de la région moyenne du corps et particulièrement marquée dans les premiers d'entre eux ; elle consistait en une véritable duplication qui affectait non seulement les parapodes, mais aussi les organes internes, la chaîne nerveuse notamment. Le dédoublement s'atténuait graduellement d'avant en arrière, de façon à ne plus laisser de trace au delà du 23e des segments modifiés. L'origine de la perturbation serait due à une lésion dans la région de formation des nouveaux métamères qui se serait produite à la période postembryonnaire. Les parties surnuméraires inutiles nées de ce stimulus traumatique se seraient peu à peu atrophiées par le retour aux conditions normales dans la zone formatrice des segments.

Il est à remarquer que l'anomalie n'atteint jamais la partie antérieure du corps ; les 12 premières paires d'élytres (et même généralement beaucoup plus) qui, chez tant de Polynoïdiens, existent seules restent à l'abri de ces perturbations.

D'autre part, il y a peut-être une relation — tout à fait obscure actuellement — entre le mode de vie de ces Polychètes et les anomalies qu'ils présentent. Tous vivent en commensalisme : le *Lepidametria commensalis* Webster a été trouvé dans le tube de l'*Amphitrite ornata* Verrill ; le *Polynoe gigas* Johnson dans le tube d'un autre Amphitrite ; le *Lepidonotus Lordi* Baird a été recueilli sur divers Mollusques : *Fissurella cratitia*, *Glyphis aspera*, *Cryptochiton Stelleri* et sur un

(1) J. Lœb, Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere. I. Ueber Heteromorphose, Würzburg, G. Hertz, 1891, 79 p.

(2) C.-W. Prentiss, A Case of incomplete Duplication of Parts and apparent Regulation in Nereis virens, *Amer. Natural.*, t. 35, 1901, p. 563-574, 6 fig.

stelléride, le *Dermasterias imbricata*; l'*Harmothoe tuta*, dans le tube du *Thelepus crispus*.

La cause initiale provoquant ces anomalies est vraisemblablement banale, puisqu'elle peut agir à des époques très variables au cours du développement, dans les habitats les plus différents.

On peut enfin observer que la substitution d'un élytre à un cirre dorsal sur l'un des côtés d'un segment ne fournit pas un argument en faveur de l'homologie de ces organes, comme cela vient naturellement à l'esprit. L'ablation de l'œil chez les Décapodes Podophthalmes donne lieu à la production d'organes antenniformes, ainsi que C. Herbst l'a établi en 1896 (1) et confirmé depuis par de nombreuses expériences sur des types variés. Mais T.-H. Morgan (2) a montré que si l'on sectionne l'œil à son extrémité distale, il se reforme une tache pigmentaire évoluant vers un organe oculiforme, tandis que si l'œil est coupé au niveau de l'insertion du pédoncule, de façon à atteindre les ganglions optiques, il apparaît un organe antenniforme. Le résultat de l'hétéromorphose n'est donc pas indépendant de la nature du traumatisme.

---

(1) C. Herbst, Ueber die Regeneration von antennenähnlichen Organen an Stelle von Augen. 1 Mittheilung. *Arch. für Entwicklungsmech. der Organismen*, 2, Bd., 1896, p. 544-558, taf. 31.

(2) T.-H. Morgan, Regeneration and liability to injury, *Zool. Bull. Boston*, vol. 1, 1898, p. 287-300, 25 fig.

NOTE *sur Lysiosquilla Digueti* n. sp.

Commensale d'un Polynoïdien et d'un Balanoglosse de Basse Californie

par **H. COUTIÈRE**

Au cours de sa dernière mission en Basse Californie, M. Diguet a eu l'occasion d'observer « in situ » un cas très intéressant de commensalisme entre un Polynoïdien et un Stomatopode accompagnant l'un et l'autre un Balanoglosse. L'Annélide, d'espèce nouvelle, *Lepidasthenia Digueti* Ch. Gravier (1), occupe, d'après M. Diguet, la plus grande partie de l'espace que limitent les « ailes génitales » du Balanoglosse. Dans cet espace tubulaire spacieux, long de plus de 30 centimètres, largement pourvu d'eau aérée par la respiration de l'hôte, comme le fait remarquer M. Ch. Gravier, habite le Stomatopode long de 30^{mm}. Il est surtout remarquable par l'homochromie manifeste qu'il présente avec son co-commensal, sur le corps allongé duquel il peut circuler dans sa galerie vivante. Les taches du pigment de sa carapace, en particulier celles du 5e segment abdominal, imitent avec beaucoup d'exactitude les élytres du Polynoïdien.

Le Stomatopode est en outre une espèce nouvelle du genre *Lysiosquilla* Dana(2). Celui-ci comprend actuellement 22 espèces ou variétés, présentant comme caractères communs la forme déprimée du corps, un peu élargi en arrière, le dactyle de la pince ravisseuse non dilaté, armé d'au moins 5 dents marginales, le telson plus large que long, n'ayant pas plus de 4 denticules entre les épines submédianes et intermédiaires du bord inférieur.

Dans ce genre assez hétérogène, la nouvelle forme se rapproche particulièrement des espèces *L. acanthocarpus* Miers et sa var. *7-spi-*

---

(1) Ch. Gravier, *Bull. Soc. Phil.*, 9, T. VII p. 160, 1905.
(2) Dana, *U. S. Expl. Exp.*, *Crust.*, p. 615., 1852.

nosa Miers [1], de *L. Biminiensis* Bigelow [2], de sa var. *Pacificus* Borradaile [3], et aussi de la *L. tigrina* Nobili [4].

La largeur maxima de la carapace, au niveau de la suture cervicale, est sensiblement égale à sa longueur, mesurée sur la ligne médiane ; ses angles sont arrondis (fig. 1).

Tous les segments abdominaux sont de même largeur, le 6e un peu échancré par l'insertion des uropodes. Le telson est 2 fois plus large que long, à contour elliptique, de la même longueur que le 6e segment.

Le rostre (fig. 2) suffirait à distinguer la nouvelle espèce de toutes les autres, dans le genre *Lysiosquilla*. Son bord antérieur se termine par trois épines égales, ses bords latéraux sont droits et parallèles. Le somite ophtalmique est complètement invisible en dessus, ainsi que la longue épine triangulaire latérale du somite antennulaire, un peu moins longue que les dents latérales du rostre. Cette forme du rostre ne se rencontre que dans le genre *Protosquilla* Brooks ; dans le genre *Lysiosquilla*, *L. acanthocarpus* Miers et *L. tigrina* Nobili s'en rapprochent en ayant les angles latéraux du rostre droits ou même aigus. La portion visible des ophtalmopodes et le rostre, mesurés sur la ligne médiane des premiers, ont la même longueur. La surface cornéenne est un peu plus large que l'ophtalmopode, du côté externe et surtout à la face inférieure. Les antennules dépassent les ophtalmopodes de la longueur de leur article proximal. Le scaphocérite de l'antenne est 4 fois plus long que large, un peu plus court que le rostre.

Les pinces ravisseuses (app. du somite 8) ont leur propodite égal aux 5/6 de la carapace, et 3 fois plus long que large. Son bord supéro-externe porte une rangée de 45-50 denticules aplatis, à bords droits, en dedans desquels, près du carpe, est une rangée de 4 longues et fortes épines. Le dactyle porte huit dents courbes, de longueur croissante, la pointe terminale étant la plus longue. (fig. 3, 3').

Le carpe porte une épine sur son bord supérieur. Le dactyle des deux appendices suivants (somites 9 et 10) présente le contour renflé et difforme caractéristique des Stomatopodes. Le bord opposé au carpe du dactyle 10 est échancré et porte 8 saillies en chevron (fig. 4).

Les pattes thoraciques suivantes (somites visibles 12, 13, 14) sont de longueur croissante. Les deux premières portent un appendice foliacé circulaire, en forme de demi-ellipse sur la dernière (fig. 5).

Le 6e pléosomite a ses angles postéro-supérieurs prolongés en une forte dent triangulaire.

(1) Miers, *Ann. et Mag. Nat. Hist.* (5) V. p. 105, 1880.
(2) Bigelow, *Pr. U. S. Nat. Mus.* XVII, p. 504, fig. 4-7, 1895.
(3) Borradaile, *Willey's Zool. Res.* Part IV., p. 403, 1899.
(4) Nobili, *Bull. Mus. Torino*, XVIII, n° 447, p. 28, 1903.

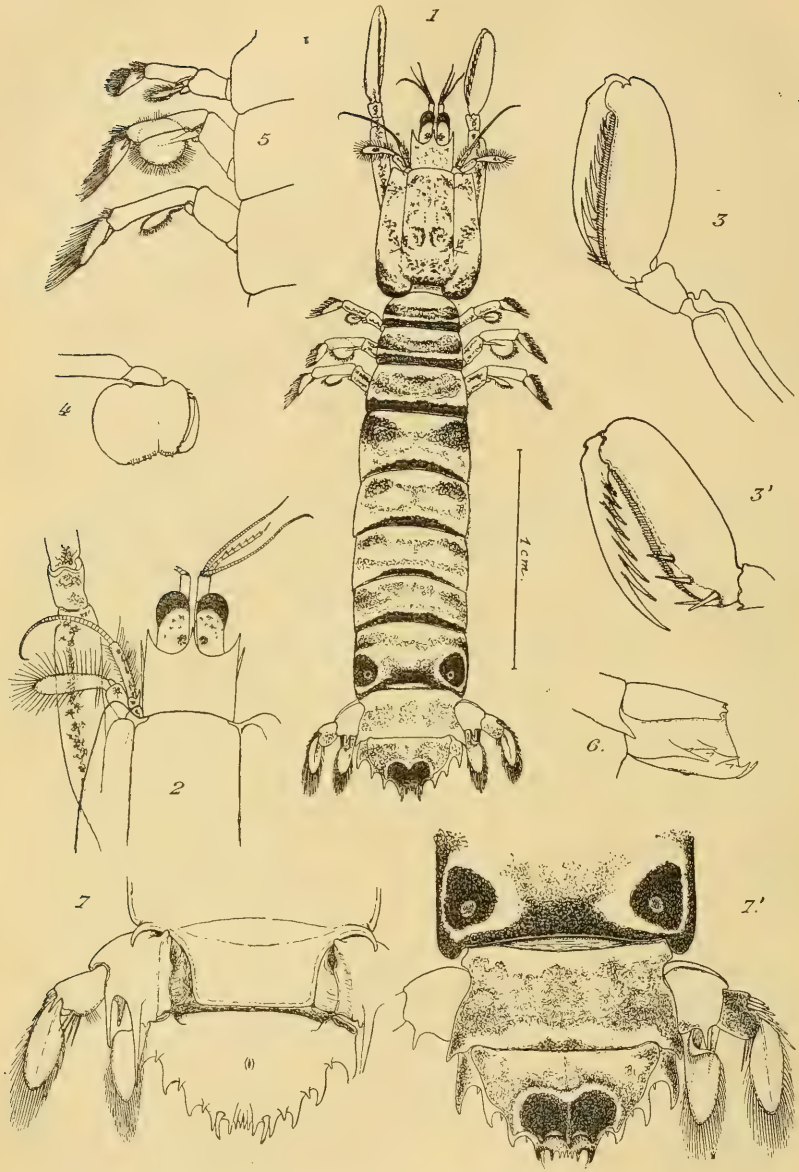


Fig. 1. *Lysiosquilla Digueti* (type), ×5.
2. *id.* région antérieure plus grossie.
3. Patte ravisseuse, vue en dehors.
3'. id. — en dedans.
4. Patte thoracique du somite 10.
5. Pattes thoraciques des derniers somites thoraciques.
6. Telson, vu latéralement.
7. — vu en dessous.
7'. — vu en dessus.

L'article basal des uropodes porte 3 épines ; la plus courte, visible en dessus, atteint le bord replié de la rame interne. Les 2 autres, situées en dessous, sont la plus externe 2 fois, la plus interne près de 4 fois aussi longues ; cette dernière atteint presque l'extrémité de la rame interne de l'uropode. L'article distal de la rame externe est plus grand que l'article proximal. Celui-ci porte sur son bord externe 6 épines en dessus, 1 en dessous, et cette dernière, qui est fixe, est suivie d'une rangée de 4 longues et grêles épines (fig. 7, 7').

Le 6e pléosomite porte, sur son bord inféro-postérieur, à l'angle externe, une longue épine recourbée qui contourne l'article basal de l'uropode (fig. 7).

Celui-ci est en outre maintenu contre le même bord du pléosomite par une sorte d'ergot passant au-dessus de ce bord ; il peut aussi former une pièce rigide avec le telson, une sorte de lobe postérieur venant s'articuler dans une fossette ovale, qui correspond à l'épine latérale du telson et n'est visible qu'en dessous (fig. 7). Les épines défensives des uropodes et du telson peuvent ainsi agir en même temps et de façon plus efficace.

Le telson porte du côté dorsal une rangée de 5 épines à peu près égales et équidistantes, les deux plus externes un peu en retrait des 3 médianes. Entre les épines sub-médianes du bord inférieur, il y a 3 paires de spinules, la paire externe aussi grande que les sub-médianes fixes, les 2 autres paires beaucoup plus petites. La paire la plus interne limite à la face inférieure un sillon étroit. Les deux paires d'épines intermédiaires et la paire latérale sont de longueur croissante. Dans leurs intervalles concaves apparaissent les pointes de 3 spinules implantées sur la face inférieure, à la même distance du bord que les sub-médianes mobiles (fig. 7, 7'). Toutes les épines apicales du telson sont fortement courbées vers le haut (fig. 6).

La pigmentation de l'unique spécimen ♂ (dans l'alcool) se compose de bandes régulières, d'un brun très foncé, sur les 3 segments thoraciques visibles, de bandes en forme d'onglet sur les 5 premiers segments abdominaux. Les angles postérieurs arrondis de la carapace portent en outre une large tache en onglet, très irrégulière ; mais les marques les plus caractéristiques consistent en une double tache ovale bordée d'une bande claire, qui occupe l'extrémité du telson, et surtout en deux taches de contour général triangulaire, marquées au centre d'un espace clair annulaire, isolées aussi par une bande claire, et qui rappellent de façon frappante le dessin, la couleur et le pédicule d'insertion des élytres du Polynoïdien commensal (fig. 1 et 7').

En outre, la carapace et les ophtalmopodes, les membres, sont par-

semés de chromatophores dessinant des taches irrégulières peu foncées, et chaque segment en porte de semblables, entières ou divisées en groupes d'importance variable.

La *L. Digueti* se distingue de la *L. Biminiensis* par de nombreux détails. C'est d'abord la forme du rostre et la présence de 3 épines sur le sympodite des uropodes, qui assignent à la nouvelle espèce une place très distincte dans le genre *Lysiosquilla*.

De plus, chez la *L. Biminiensis*, la carapace paraît plus large et la forme générale de l'abdomen plus ovale, les pédoncules antennulaires dépassent les ophtalmopodes de leurs deux articles proximaux ; les antennes sont notablement plus grandes, le scaphocérite surtout. Le dactyle des pinces ravisseuses porte 6 dents au lieu de 8.

Sur le telson, il n'y a qu'une épine marginale intermédiaire au lieu de deux, mais trois spinules au lieu d'une seule entre la submédiane fixe et l'intermédiaire de chaque côté, si bien que le nombre total de saillies épineuses sur le telson des deux espèces se trouve être le même (27).

La coloration est différente également ; les bandes pigmentées sont présentes seulement sur le 3e segment thoracique (visible) et le 5e segment abdominal, encore sont-elles interrompues à la partie médiane. Le telson porte 2 taches bien distinctes, et beaucoup plus petites que chez la *L. Digueti* ; enfin les taches en forme d'ocelles occupent les angles postérieurs de la carapace.

Il est très intéressant de noter que la var. *Pacificus* Borradaile se rapproche de la *L. Digueti* par la plupart des points qui précisément distinguent cette variété du type : épines sub-médianes mobiles du telson plus fortes, paire interne des spinules plus faible, scaphocérite plus petit, enfin présence d'une bande pigmentée sur le bord postérieur des segments thoraciques et abdominaux comme chez la *L. Digueti*.

La *L. acanthocarpus* Miers et sa variété *septemspinosa* se distinguent de la *L. Digueti* par la forme du rostre, dont les angles latéraux sont droits et non épineux, par le dactyle de la pince ravisseuse, qui porte 6 dents seulement (7 dans la variété), la plus petite étant la plus voisine de la pointe. Enfin les épines du telson sont groupées comme chez la *L. Biminiensis* et très courtes. Miers ne donne pas de détails sur la pigmentation de cette espèce.

Chez la *L. tigrina* Nobili, le rostre est de forme trapézoïdale, ses angles latéro-antérieurs, très marqués, ne sont pas épineux, et l'épine rostrale médiane est plus longue que chez la *L. Digueti*. Chez la *L. tigrina*, comme chez les espèces précédentes, l'épine du somite

antennulaire est visible en avant, le rostre ne la cachant pas. Le dactyle de la pince ravisseuse n'est pas excavé sur son bord externe, et il porte 11 dents.

Le bord postéro-inférieur du 6e pléosomite, outre la forte épine recourbée de son angle externe, porte une rangée de 8 spinules. Le sympodite des uropodes n'a que deux épines, presque égales.

Le telson porte en tout 35 épines ou spinules. Celles de la face supérieure et les marginales sont disposées comme chez la *L. Digueti*, mais il y a 12 spinules (11 par suite d'anomalie chez le sp. type) entre les sub-médianes. Enfin il y a 10 spinules sur la face ventrale du telson, dont 2 paires mobiles.

La pigmentation consiste en bandes entières sur les segments thoraciques (visibles), et interrompues au milieu sur les segments abdominaux.

L'unique spécimen de la *L. Digueti* est un ♂ de 30mm de longueur (de la pointe du rostre à celle du telson). Golfe de Californie, baie de la Paz.

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE III

Pages.

Extraits des Comptes rendus des séances. 135

J. Winter. — Notice sur Victor de Luynes (1828-1904). 137

C. Matignon et **F. Bourion.** — Transformation des oxydes et sels métalliques oxygénés en chlorures anhydres. 148

P. Mahler. — Expériences sur la résistance électrique de l'acier 156

Ch. Gravier. — Sur un Polynoïdien, *Lepidasthenia Digueti* n. sp., commensal d'un Balanoglosse de Basse Californie 160

H. Coutière. — Sur *Lysiosquilla Digueti* n. sp. commensale d'un Polynoïdien et d'un Balanoglosse de Basse Californie 174

LE PRIX DES TIRÉS A PART EST FIXÉ AINSI QU'IL SUIT :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
	—	—	—	—	—	—	—
Une feuille	4.50	5.85	7.20	8.10	10.60	12.85	14.85
Trois quarts de feuille.	4 »	5 »	6.10	7 »	9 »	10.60	12.15
Une demi-feuille. . .	3 15	4 »	5 »	5.60	7 20	8.10	9 »
Un quart de feuille. .	2.70	3.60	4 25	4.75	5.60	6 30	5.85
Un huitième de feuille.	2 »	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	8 »
Plusieurs feuilles . .	4 »	5.40	6.30	7.20	9 »	11.70	14 »

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

1re série : 1789-1805	3 volumes in-4°
2e série : 1807-1813	3 volumes in-4°
3e série : 1814-1826	13 fascicules in-4°
4e série : 1832-1833	2 volumes in-4°
5e série : 1836-1863	28 fascicules in-4°
6e série : 1864-1876	13 fascicules in-8°
7e série : 1877-1888	11 volumes in-8°

Chaque année pour les Membres de la Société . . . . . **5** francs
— pour le public . . . . . **12** francs

Mémoires orignaux publiés par la Société Philomathique

A L'OCCASION DU

CENTENAIRE DE SA FONDATION

1788-1888

Le recueil des mémoires originaux publié par la Société philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation (1788-1888) forme un volume in-4° de 437 pages, accompagné de nombreuses figures dans le texte et de 24 planches. Les travaux qu'il contient sont dus, *pour les sciences physiques et mathématiques*, à : MM. Désiré André ; E. Becquerel, de l'Institut ; Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Institut ; Bouty ; Bourgeois ; Descloizeaux, de l'Institut ; Fouret ; Gernez ; Hardy ; Haton de la Goupillière, de l'Institut ; Laisant ; Laussedat ; Léauté ; Mannheim ; Moutier ; Peligot, de l'Institut ; Pellat. *Pour les sciences naturelles*, à : MM. Alix ; Bureau ; Bouvier ; Chatin ; Drake del Castillo ; Duchartre, de l'Institut ; H. Filhol ; Franchet ; Grandidier, de l'Institut ; Henneguy ; Milne Edwards, de l'Institut ; Mocquard ; Poirier ; A. de Quatrefages, de l'Institut ; G. Roze ; L. Vaillant.

En vente au prix de 35 francs.

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, A LA SORBONNE

Bar-le-Duc. — Imp. Comte-Jacquet, Facdouel, Dir.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

NEUVIÈME SÉRIE. — TOME VII

N° 4

1905

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE

1905

Le Secrétaire-Gérant,
H. COUTIÈRE.

Le Bulletin paraît par livraisons bimestrielles.

COMPOSITION DU BUREAU POUR 1905

Président : M. E.-L. Bouvier, 7, Boulevard Arago, Paris, XIIIe.

Vice-Président : M. Laisant, 162, Av. Victor-Hugo, Paris, XVIe.

Archiviste : M. Henneguy, 9, rue Thénard, Paris, Ve.

Secrétaire des publications : M. Coutière, 12, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VIe.

Vice-Secrétaire des publications : M. Neuville, 55, rue de Buffon, Paris, Ve.

Secrétaire des séances : M. Deschamps, 11, rue Du Sommerard, Paris, Ve.

Vice-Secrétaire des séances : M. Winter, 44, rue Sainte-Placide, Paris, VIe.

Trésorier : M. Rabaud, 104, rue d'Assas, Paris, VIe.

La Société Philomathique de Paris se réunit les 2e et 4e Samedis de chaque mois, à 8 h. 1/2, à la Sorbonne (salle de travail des Étudiants).

Les membres de la Société ont le droit d'emprunter des livres à la Bibliothèque de l'Université. Ils ont également droit, sur leur demande, à 50 tirages à part gratuits des Mémoires qu'ils publient dans le Bulletin

---

Pour le paiement des cotisations et l'achat des publications, s'adresser à M. Vézinaud, à la Sorbonne, place de la Sorbonne, Paris, Ve.

EXTRAITS DES COMPTES-RENDUS DES SÉANCES

DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS

Séance du 28 mai 1905.

PRÉSIDENCE DE M. LAISANT.

M. Maillet présente son rapport sur la candidature de M. Servant comme membre titulaire dans la première section. Le rapport conclut à l'admission.

L'assemblée étant en nombre, il est procédé à l'élection. M. Servant est élu.

M. Legendre, étranger à la Société, présenté par M. Henneguy, fait une communication sur les canalicules interprotoplasmiques dans les cellules nerveuses.

M. Mahler présente une communication sur la télechnographie, méthode de transmission pour la reproduction approximative d'un dessin.

M. Guieysse présente une communication relative à une étude qu'il a faite sur les cellules des tubes hépatiques d'un Isopode marin. M. Henneguy présente une observation sur cette communication.

M. Gravier fait une communication sur un polychète d'eau douce, trouvé dans un lagon des îles Gambier, et sur les transformations qui s'effectuent chez cet animal à la période de maturité sexuelle. M. Coutière complète les observations de M. Gravier par l'exemple de l'adaptation à la vie dans l'eau douce du genre *Palémon*. Plusieurs membres font des observations à propos de cette communication.

Séance du 11 juin 1905.

PRÉSIDENCE DE M. BOUVIER.

M. le Président donne lecture d'une lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique annonçant que la subvention annuelle de mille francs est accordée à la Société.

La Société des naturalistes de Levallois-Perret demande l'échange

du Bulletin de la Société contre ses publications. L'échange est accordé.

M. Bouvier présente la candidature de M. Lemoine, attaché au laboratoire de géologie de la Sorbonne, comme membre titulaire dans la troisième section. La commission chargée d'examiner cette candidature est composée de MM. Cayeux, Coutière et Grandidier. M. Cayeux est chargé du rapport.

M. Dongier fait une communication relative aux mesures de perméabilité magnétique qu'il a effectuées sur des échantillons d'acier qui lui ont été remis par notre collègue, M. Mahler.

Séance du 24 juin 1905.

PRÉSIDENCE DE M. DONGIER.

M. Cayeux présente son rapport sur la candidature de M. Lemoine, comme membre titulaire dans la troisième section. Ce rapport conclut à l'admission. L'assemblée n'étant pas en nombre, le vote est renvoyé à la prochaine séance.

M. Cayeux présente un échantillon d'itacolumite ou grès flexible qui lui a été envoyé du Brésil.

M. Rabaud présente la candidature de M. Monpillard comme membre correspondant dans la deuxième section. La commission chargée d'examiner cette candidature est composée de MM. Dongier, Matignon et Winter. M. Dongier est chargé du rapport.

M. Guieysse signale une habitude d'un Crabe oxyhrynque de changer son revêtement et de se couvrir d'algues semblables à celles dont il est entouré. MM. Coutière et Lécaillon signalent la même propriété chez d'autres animaux.

M. Lécaillon fait connaître l'habitude d'une Araignée de porter son cocon sur son dos et de le garder, avec les apparences d'un vif attachement maternel. Il donne l'explication qu'il a trouvée à ce phénomène. Divers membres de la Société font des observations complémentaires sur des cas analogues.

Séance du 8 juillet 1905.

PRÉSIDENCE DE M. DONGIER, d'abord; de M. BOUVIER, ensuite.

M. Dongier souhaite la bienvenue à M. Jean Tur, membre correspondant de la Société, assistant à l'Université de Varsovie.

Il est procédé à l'élection de M. Lemoine, comme membre titulaire dans la troisième section. M. Lemoine est élu.

M. Dongier présente son rapport sur la candidature de M. Monpillard

comme membre correspondant dans la deuxième section. Le rapport conclut à l'admission. L'assemblée n'étant pas en nombre, l'élection est renvoyée à la prochaine séance.

M. Dongier communique un travail de M. Benoît, membre de la Société, sur la mesure de la densité électrique dans les différents points du corps d'un homme soumis à un bain électrique.

M. Mocquart fait une communication sur des reptiles rapportés du Tonkin par le Dr Louis Vaillant.

M. Maillet fait une communication sur la mortalité d'une collectivité d'individus ayant à l'origine des âges voisins.

Le Secrétaire des séances,

J. Deschamps.

SUR LA NIDIFICATION D'UNE COLONIE D'ABEILLES A L'AIR LIBRE

par **M. E.-L. BOUVIER.**

L'année dernière, à pareille époque, j'ai entretenu mes confrères de la Société nationale d'agriculture de France (1) et de la Société entomologique (2) d'un phénomène d'histoire naturelle (3) qui, pour n'être pas rare, mérite néanmoins une mention, à cause du lieu où il s'est produit et de sa très longue persistance. « Ainsi que M. Giard l'a reconnu depuis longtemps, disais-je alors, notre Jardin des Plantes possède deux essaims d'abeilles redevenus sauvages : l'un établi dans le tronc creux du *Catalpa* de la petite École de botanique, l'autre dans le tronc d'un *Sophora japonica* près de la Bibliothèque. D'après les renseignements que j'ai pu recueillir, ces essaims existent là depuis bien des années et, comme vous allez le voir, se trouvent en prospérité parfaite.

« La saison actuelle est tout à fait favorable aux abeilles : en outre, cette année, notre Jardin est magnifiquement fleuri. Profitant de cette double aubaine, la colonie du *Sophora* a pris un rapide accroissement, et ne trouvant pas une place suffisante dans son gite, a jeté un essaim volumineux. C'est le 26 mai, au matin, que le phénomène s'est produit ; la colonie nouvelle, accompagnée comme de coutume par la vieille reine, est venue former une masse énorme, large au moins de 30 centimètres, sur les branches d'un *Sophora* très voisin, à 6 mètres environ au-dessus du sol. D'ordinaire, la première station d'un essaim émigrant n'est que temporaire ; les abeilles envoient au loin des éclaireurs qui choisissent un emplacement convenable où la colonie tout entière émigre ensuite définitivement. Soit que la vieille reine fût hors d'état de fournir un long vol, soit que les éclaireurs

---

(1) *E.-L. Bouvier.* — Une colonie d'abeilles. — Bull. Soc. nat. d'agriculture de France, 1904, p. 503, 504.

(2) *E.-L. Bouvier.* — Sur une nidification remarquable d'*Apis mellifica* observée au Muséum de Paris. — Bull. Soc. entomologique de France, 1904, p. 187, 188.

(3) Sous le titre : « Un essaim d'abeilles au Muséum » M. *Clément* a esquissé et décrit cette nidification dans la *Nature,* n° 1632, 3 septembre 1904, p. 218, 219.

n'aient pas trouvé de gîte convenable, l'essaim est resté sur sa branche, où il se trouve encore à l'heure actuelle (29 juin 1904), en pleine période de construction et d'élevage. Il a édifié quatre rayons parallèles en forme de demi-cercles, dont le diamètre n'est pas inférieur à 35 centimètres ; l'un des rayons extérieurs présente même une bifurcation très nette. Pendant les heures de travail, la population occupe le bord inférieur des rayons, où elle construit, et les intervalles entre les gâteaux, où elle s'occupe à l'élevage du couvain et à la mise en réserve des provisions ; les parties supérieures découvertes sont d'un blanc de neige, ce qui prouve qu'elles sont operculées et remplies de larves ou de nymphes (1). Vers le soir, la surface libre des rayons est totalement recouverte.

« Évidemment l'essaim est établi à demeure, et, la saison s'y prêtant, dans un état d'activité parfaite. Mais que deviendra-t-il quand arriveront les coups de vent, la pluie et les mauvais jours ? Il sera très curieux de suivre cette colonie, qui se présente dans des conditions naturelles si bien faites pour intéresser le naturaliste. »

Tels étaient le développement et l'activité de la colonie vers la fin du mois de juin 1904 ; aux belles heures du jour, un puissant va-et-vient de butineuses s'établissait entre le nid et les corbeilles du voisinage, tandis que des cirières affairées donnaient de l'étendue aux rayons. Après les vacances et durant le mois d'octobre, le travail devint forcément moins actif, mais la colonie avait conservé une population des plus riches qui, dans les journées grises, débordait sur la face extrême de la construction et y formait un revêtement serré. Au début de novembre, les Abeilles ne sortaient qu'aux heures les plus chaudes, mais se groupaient encore, pendant le jour, sur les parois latérales du nid qu'elle recouvraient à peu près complètement. C'est alors que la colonie fut photographiée par les soins de la librairie Hachette, grâce à l'intervention de M. Henri Sagnier, qui voulait représenter le très curieux essaim dans le *Dictionnaire d'agriculture*. Ces photographies m'ont été très aimablement communiquées, avec permission de les reproduire dans notre *Bulletin* ; il ne fut pas très aisé de les prendre, car le nid se trouvait à une assez grande hauteur et des épreuves faites à partir du sol eussent été insignifiantes, parce que trop faibles. Il fallut recourir à une échelle double des plus hautes, au sommet de laquelle se percha, plus ou moins équilibré, un photographe aussi habile que courageux. Comme on peut en

(1) Cette supposition n'était pas fondée ; la couleur blanche du nid devait être due à la cire elle-même, car aucune des parties apparentes du nid n'a renfermé de couvain.

uger par les figures ci-jointes, l'opération réussit dans la mesure du possible, et j'eus le grand plaisir de pouvoir joindre aux archives de mon laboratoire la reproduction naturelle d'une œuvre architecturale dont les Abeilles ne sont pas coutumières. Le nid avait alors atteint des dimensions excessives ; il paraissait fort étendu et, examiné du sol ou sur ses reproductions photographiques, montrait certains épaississements marqués des rayons qui prouvaient, avec une grande évidence, que les industrieux insectes avaient voulu se protéger contre les intempéries.

La précaution était bonne, mais on verra plus loin qu'elle fut probablement excessive. Quand vinrent les jours froids, la vaillante colonie se clotura peu à peu, et progressivement disparurent les Abeilles qui formaient une couche sur la face externe des rayons latéraux ; bientôt, la population réfugiée à l'intérieur du nid fût elle-même atteinte, et le matin, après certaines nuits glaciales de février, des centaines de cadavres jonchaient le sol au-dessous de l'essaim. Frappée par cette mortalité instantanée, la colonie devait se réduire, au début de mars, à un bien petit nombre d'individus. Pourtant, il lui restait encore un peu de vitalité à cette époque et quand arrivèrent les premiers jours un peu ensoleillés, on pouvait voir quelques Abeilles voler çà et là autour de leurs rayons devenus grisâtres. Mais le printemps fut long à se manifester, les fleurs restaient toujours rares et les malheureuses survivantes se trouvaient dans l'impossibilité de subvenir à un ravitaillement nécessaire ; elles succombèrent les unes après lesautres, les dernières aux premiers jours d'avril où je vis les plus résistantes voler encore autour du nid. Escomptant toutefois un réveil de l'essaim, j'attendis avec impatience les chaudes effluves printanières ; mais ce fut en vain : la colonie était bien morte et il fallut songer à en recueillir la nidification qui était une pièce de grand intérêt.

Cette opération difficile n'a pas été aussi heureuse que je l'aurais voulu, mais si l'on songe qu'elle n'était pas sans péril et qu'il fallait un homme courageux et adroit pour oser l'entreprendre, on doit estimer fort satisfaisants les résultats qu'elle a produits. Les deux grands gâteaux situés vers le nord et les attaches supérieures des deux suivants sont restés presque absolument intacts ; c'était à peu près les seules parties que le public pouvait voir, celles-là même qui sont mises en évidence dans la figure du présent opuscule. Le reste se détacha au cours de l'opération, tomba sur le sol et se réduisit en plusieurs morceaux, ce qui m'a permis d'étudier très complètement l'intérieur de la nidification. J'ajoute qu'il m'a été possible, à la suite d'un travail

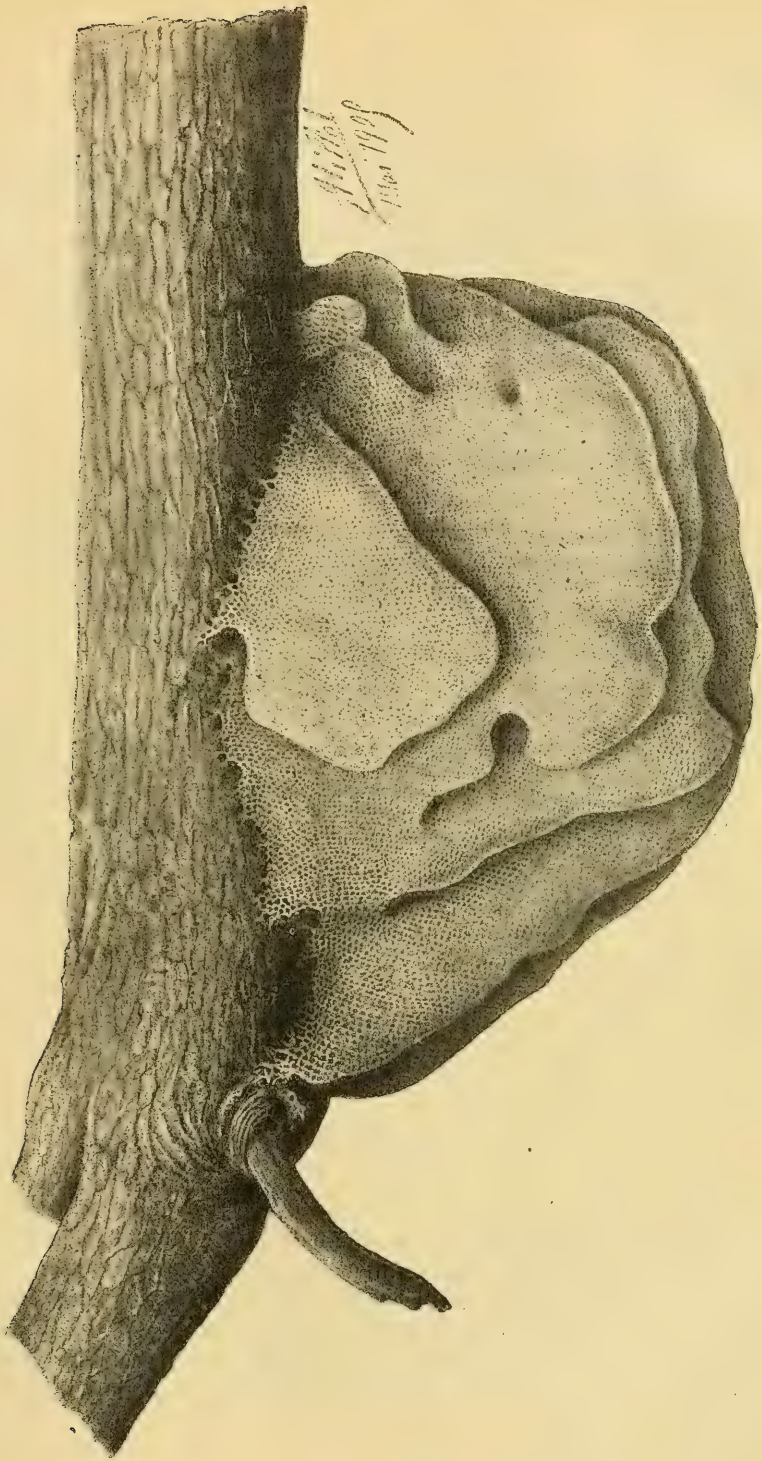


Planche I. — Le nid vu par sa face sud-sud-est, dessin de M. Millot d'après une reconstitution.

assez long, de reconstituer complètement l'ouvrage, notamment ses faces tournées vers la bibliothèque, celle (Pl. I) que le public ne pouvait pas voir. La figure ci-jointe de cette face, gracieusement dessinée par M. Millot, donne une reproduction assez rigoureuse, encore que l'inclinaison des gâteaux externes n'y soit pas suffisamment indiquée.

Il me reste maintenant à étudier cette nidification intéressante et à montrer comment elle met en évidence les talents architecturaux de l'Abeille.

I. — Étendue et rapports des gâteaux.

L'énorme branche qui servait de support à la nidification était orientée presque exactement de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest (*fig.* 1) ;

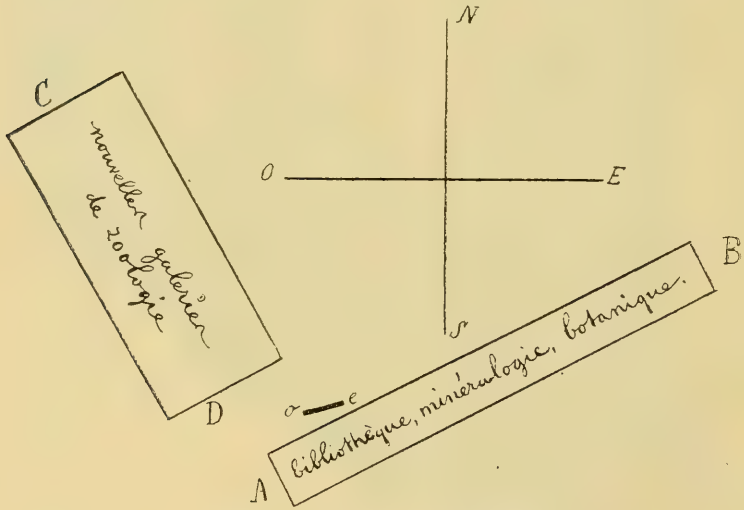


Fig. 1. — Orientation du nid *oe*.

elle avait un diamètre moyen de 16 centimètres et donnait attache aux rayons par l'étendue presque entière de sa face inférieure, je veux dire de sa face située au-dessous du plan mené par les diamètres horizontaux du végétal. Elle se dirigeait obliquement vers le haut, faisant avec l'horizontale un angle de 40° environ.

Les Abeilles auraient pu construire en tous sens sur cette surface : perpendiculairement au grand axe, suivant une direction plus ou

moins oblique, ou encore parallèlement à cet axe. La première architecture aurait eu pour avantage de faciliter la protection du nid contre les eaux pluviales qui suivaient la pente de la branche, un seul gâteau, le plus élevé de tous, servant alors d'obstacle à cet écoulement; mais, dans ce cas, les gâteaux eussent été fort petits, très multipliés et par conséquent peu propres au développement du couvain, à moins d'une forte surélévation des bords, qui eût demandé, comme on le verra dans la suite, un travail complexe et beaucoup de cire. La seconde disposition présentait presque les mêmes inconvénients sans offrir le même avantage; d'ailleurs elle aurait évidemment eu pour résultat de rendre plus difficile la construction du nid. Quant à la troisième elle convenait fort bien à l'architecture des Abeilles, facilitait l'élevage du couvain et rendait facile l'extension des gâteaux : elle se prêtait comme la première à la protection contre les eaux descendantes et beaucoup mieux à l'établissement d'obstacles contre les vents et contre le ruissellement pluvial dans la partie de la branche qui servait à la fixation du nid.

I. — Les Abeilles eurent recours à ce dernier mode et dès lors les gâteaux de leur nid (*fig.* 1, *oe*) se trouvaient orientés dans la direction même de la branche, c'est-à-dire, comme le montre la figure ci-jointe, de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est. D'où il résulte qu'une de leurs faces était tournée vers le nord-nord-ouest, tandis que l'autre regardait le sud-sud-est. J'ajoute que le nid se trouvait à quelques mètres à peine de la Galerie de minéralogie, au nord-ouest et un peu au-dessous du faîte de cette dernière, — que rien ne le protégeait du côté du nord et qu'il se trouvait à 40 mètres environ des hautes Galeries de zoologie situées au nord-ouest, — enfin que sa face méridionale (celle tournée vers la Galerie de minéralogie) était accessible aux vents du sud-ouest par un espace relativement étroit compris entre les Galeries de zoologie et la Bibliothèque (qui prolonge les Galeries de minéralogie). Etant données ces dispositions, il est aisé de conclure que rien ne protégeait la face septentrionale du nid contre les vents du nord et que les pluies du sud-ouest arrivaient aisément sur sa face méridionale. A ces différences de situation correspondaient des différences de structure tout à fait remarquables. Au nord (*fig.* 2), le nid se terminait par un gâteau protecteur absolument vertical, exclusivement constitué pour la protection de l'essaim, car les alvéoles en restèrent toujours vides. Mesurant en moyenne 5 millimètres de diamètre, ces dernières étaient à peu près de même taille que des cellules d'ouvrières, et se distinguaient d'ailleurs par la solidité de leurs parois. Leur ensemble constituait un vaste gâteau en forme de demi-ellipse

dont l'axe d'attache atteignait 47 centimètres et l'axe vertical 32 centimètres. Ce gâteau était fort régulier, sauf vers ses régions terminales supérieures où il se dilatait pour prendre part à l'élargissement terminal dont je parlerai plus loin. D'ailleurs ce gâteau était rattaché au suivant par de nombreuses et puissantes poutrelles de cire transversa-

Fig. 2. Le nid vu par sa face nord-nord-ouest (d'après une photographie prise par la librairie Hachette).

lement situées. *Le tout formait un ensemble d'une solidité extrême et bien propre à servir de barrière aux violents vents du nord ;* quand on enleva la nidification, ces deux gâteaux fortement reliés restèrent absolument intacts, tandis que les autres se rompirent aux chocs donnés à la branche et tombèrent sur le sol.

Sur la face méridionale du nid (Pl. I), la disposition était tout autre. Deux gâteaux superposés, le 5e et le 6e, servaient exclusivement à protéger l'essaim, avec au moins un tiers du 4e et la partie découverte du 3e. Abstraction faite de leurs extrémités supérieures, ces gâteaux étaient

presque partout indépendants les uns des autres, sans poutrelles unissantes, et d'ailleurs constitués par de grands alvéoles dont le diamètre variait entre $5^{mm},2$ et 7^{mm}, et dont les parois avaient presque toujours, en dehors des régions d'élevage, une épaisseur très réduite. Le 6e gâteau, et le 5e à un moindre degré, présentaient vers le haut une position oblique et jouaient par là même le rôle d'auvents ; les autres rayons occupaient une position verticale, comme les gâteaux 1 et 2 tournés vers le nord. J'ajoute que tous ces rayons, vers leurs bases d'attache, étaient fortement imprégnés de propolis, et que leurs alvéoles se relevaient légèrement vers le haut. Peu exposée aux vents d'une grande violence, cette face était évidemment moins solide que l'autre, par contre, *avec ses gâteaux en retrait, elle protégeait très efficacement contre les pluies du sud-ouest* les parties les plus internes, autour desquelles se groupaient les Abeilles et qui servaient à l'élevage du couvain.

II. — Plus intéressantes encore étaient les deux extrémités du nid, au voisinage des points où elles prenaient leur attache sur la face inférieure de la branche. *Dans chacune de ces deux régions, les gâteaux présentaient une épaisseur considérable, se rapprochaient à une faible distance, et le plus souvent même se fusionnaient ou se réunissaient par de fortes poutrelles en cire propolisée.* Cette structure remarquable s'étendait sur une hauteur verticale d'au moins un décimètre ; elle avait pour résultat de donner au nid une cohésion plus grande, de faire obstacle à la pluie et aux vents, mais surtout de protéger très efficacement les parties internes de la nidification ; ainsi, les espaces situés entre les rayons, au centre de l'édifice, se présentaient sous la

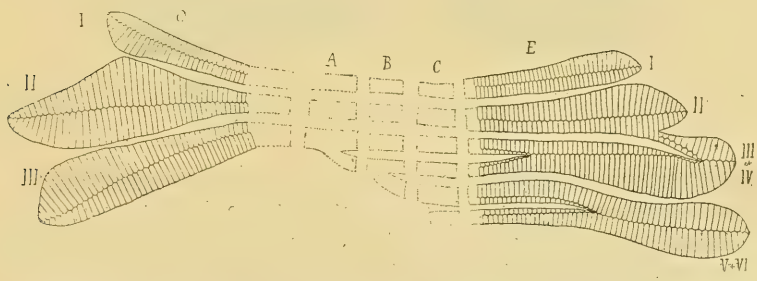


Fig. 3. — Coupe transversale et horizontale par le milieu du nid dont les extrémités sont seules représentées en détail (schéma).

forme de chambres largement ouvertes en dessous, mais protégées en dessus par la branche, aux deux extrémités par les curieux épaississe-

ments dont il vient d'être question (*fig.* 3). A l'extrémité supérieure (située à l'ouest) les gâteaux 1, 2 et 3 (*fig.* 4) offraient des épaississements et se trouvaient réunis par de fortes poutrelles ; à l'extrémité opposée, la complexité apparaissait plus grande, car la plupart des gâteaux (tous, sauf le 6e) prenaient part à l'épaississement, parfois présentaient

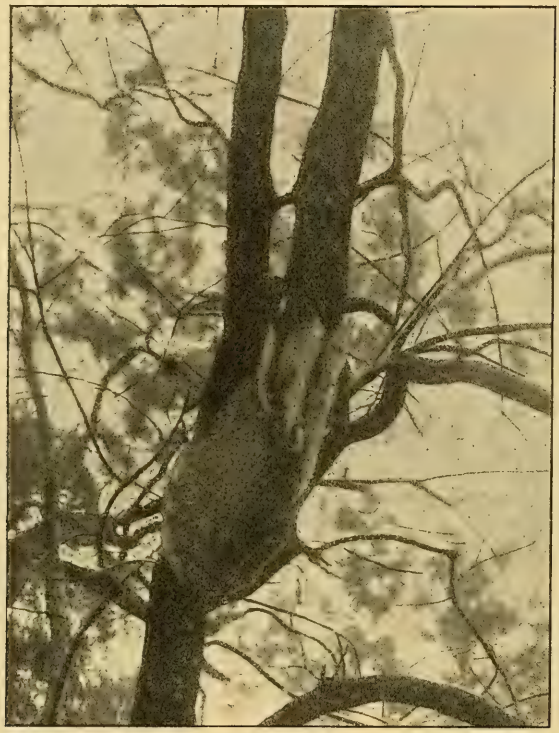


Fig. 4. — Le nid vu par son extrémité ouest-sud-ouest (d'après une photographie prise par la librairie Hachette).

des bifurcations et toujours se fusionnaient ou se réunissaient par des anastomoses transversales. Pour montrer toute l'importance de ces épaississements, il me suffira de dire que la nidification mesurait 163 millimètres d'épaisseur à l'extrémité occidentale où elle était constituée par les 1er, 2e et 3e rayons, tandis qu'à la même hauteur, vers le milieu du nid, l'épaisseur totale de l'ouvrage ne dépassait pas 155 millimètres. Pour arriver à ce résultat surprenant les Abeilles n'avaient fait que modifier leur architecture normale, dont l'élément essentiel

n'est rien autre chose que l'alvéole hexagonal ; mais elles avaient su travailler comme il convient cette structure élémentaire, lui donnant une forme et des directions pleines d'irrégularité, presque toujours un grand diamètre, et, aux points les plus épaissis, une longueur remarquable qui atteignait parfois 41 millimètres.

III. — Pour terminer ce chapitre je crois devoir indiquer les dimensions et les rapports des gâteaux qui constituaient la nidification définitive de l'essaim. Ces gâteaux étaient au nombre de 6, non compris un petit rayon supplémentaire situé à l'est sur la face méridionale de l'ouvrage. Ils avaient tous plus ou moins la forme d'une demi-ellipse ayant pour grand axe leur ligne de fixation sur la branche ; les plus petits occupaient la face méridionale du nid où ils furent ébauchés après les autres.

Le premier gâteau (*fig.* 5), celui tourné vers le nord, mesurait 40 centimètres de longueur et 32 centimètres de hauteur. Exclusivement consacré à la protection de l'ouvrage, il n'était nulle part concrescent avec le second, mais se rattachait à celui-ci par de nombreuses poutrelles issues de sa face postérieure, et qui occupaient principalement ses deux tiers les plus élevés et le voisinage des bords. A l'extrémité septentrionale, ces poutrelles délimitaient trois grands trous de vol superposés, et à l'extrémité opposée un plus grand nombre. Ce gâteau était peu épaissi dans ses deux régions terminales, au-dessous de la branche ; en ces points, son épaisseur maximum ne dépassait pas 37 millimètres.

Le deuxième gâteau (II, *fig.* 5) débordait le précédent de 9 centimètres environ à son extrémité orientale et de 7 à l'extrémité opposée ; dans ces deux régions il se fusionnait avec le troisième gâteau ou s'y rattachait par des poutrelles délimitant de part et d'autre deux trous de vol ; en ces points d'ailleurs, il présentait des épaississements énormes, atteignant 47 millimètres à l'extrémité orientale et 40 à l'extrémité opposée. Comme de coutume, ces épaississements se terminaient en biseau arrondi, les alvéoles d'une face étant d'ailleurs plus longs que ceux de l'autre. *Grâce aux fusions et aux poutrelles terminales, l'intervalle compris entre les gâteaux 2 et 3 se trouvait mieux protégé du côté oriental que du côté opposé, de sorte que l'espace occupé par le couvain se trouvait plus près* (*7 à 8 centimètres*) *de la première extrémité que de la seconde.* En tous cas, les fractions de ce gâteau qui n'étaient pas recouvertes par le précédent se composaient d'alvéoles variés qui ne servirent jamais à l'élevage des jeunes. Ce gâteau était perforé de cinq trous de communication arrondis ; il avait 57 centimètres de longueur sur 34 de hauteur.

Le 3e gâteau (III, *fig.* 5) était le plus étendu, sa longueur atteignant

64 centimètres et sa hauteur 38 ; il était absolument fusionné avec le 4e à son extrémité orientale ; à l'extrémité contraire, il restait absolument libre sur sa face méridionale, puis se réunissait au 4e gâteau par une large poutrelle qui déterminait au-dessous de la branche un grand

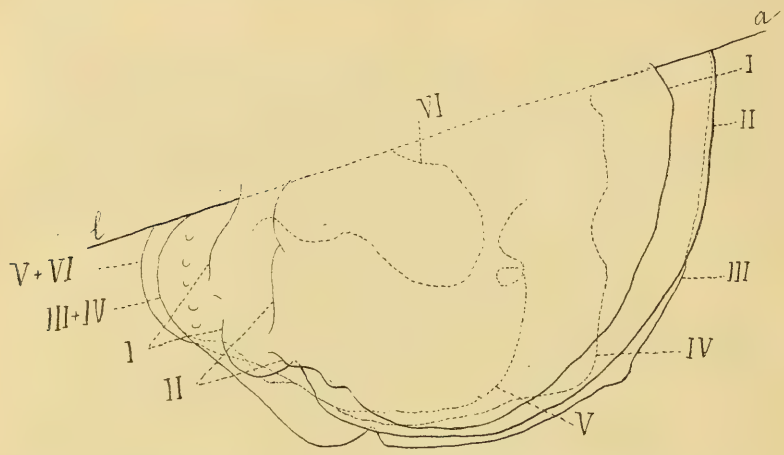


Fig. 5. — Rapport des gâteaux, le nid étant vu par sa face nord-nord-ouest.

trou de vol arrondi. Ses épaississements terminaux étaient très forts, mesurant 46 millimètres à l'extrémité occidentale et 72 à l'extrémité opposée où il se fusionnait, comme je l'ai dit, avec le 4e gâteau. Le couvain y était disposé à peu près de la même manière que dans le gâteau précédent. Ce gâteau présentait trois grands tours de communication avec des surfaces où les alvéoles étaient arasés ou à peine saillants; la même particularité se retrouvait aussi sur le gâteau suivant, elle avait pour résultat de donner aux abeilles plus d'espace pour se loger entre les rayons.

Nous avons vu que le 4e gâteau (IV, *fig.* 5) se confondait avec le 3e à l'extrémité orientale et qu'il était largement en retrait sur ce dernier à l'extrémité contraire ; son étendue se trouvait par là même notablement plus faible ; en longueur il mesurait 52 centimètres et en hauteur 40. J'ajouterai qu'il se fusionnait complètement avec le 5e gâteau vers son extrémité occidentale, à une assez grande distance au-dessous de la branche, et qu'il présentait une fusion semblable non loin de son bord inférieur, à l'extrémité opposée. Tout en haut, à la même extrémité, il allait en s'atténuant, pour se fusionner avec le 3e rayon. Dans la plus grande étendue de ses surfaces recourbées, ce gâteau présentait

de nombreux alvéoles à couvain et quelques trous de communication. De larges trous de vol conduisaient entre ce gâteau et le 5e, dans les régions anastomotiques indiquées plus haut. Ce gâteau avait 33 millimètres d'épaisseur dans les points où il se fusionnait avec le gâteau suivant, à l'extrémité occidentale.

Le 5e gâteau (V, *fig.* 5) mesurait 40 centimètres sur 35; fusionné avec le précédent à son extrémité occidentale, il se confondait avec le 6e à son extrémité opposée où il se dédoublait en deux rayons accolés dont l'épaisseur totale atteignait au moins 64 millimètres ; au-dessous de cette région, il était échancré et simple, puis reprenait sa structure double et une épaisseur de 60 millimètres environ. C'est en ces points que la nidification présentait son architecture la plus complexe, son épaisseur la plus grande, et ses alvéoles les plus larges. Vers le haut, le rayon était sensiblement oblique, mais il devenait vertical un peu plus bas. J'ai trouvé un peu de miel dans ses alvéoles marginaux, mais je puis affirmer que jamais il ne servit à l'élevage du couvain.

Le 6e gâteau (VI, *fig.* 5) avait une forme très irrégulière dont la planche donne quelque idée ; sa longueur maximum était de 31 centimètres et sa plus grande hauteur de 20 ; mais à son extrémité orientale il se continuait visiblement avec la partie extérieure du 5e gâteau dédoublé. Au dessous et à l'ouest de ce point, il était réuni au même gâteau par des poutrelles qui déterminaient trois trous de vol, et, à l'extrémité opposée, par une anastomose qui déterminait contre la branche un trou de vol beaucoup plus grand. Ce gâteau avait partout une épaisseur médiocre et des alvéoles exclusivement protecteurs ; il était très oblique vers le haut, mais partout ailleurs se dirigeait ensuite plus ou moins verticalement.

Quant au petit rayon annexe, il mesurait 9 centimètres sur 3 1/2 et se rattachait à la partie commune des deux gâteaux précédents par une large poutrelle qui déterminait sous la branche un trou de vol médiocrement large et assez long.

II. — Structure élémentaire du nid.

L'essaim ne montra pas une ingéniosité moins grande dans sa manière de construire et de modifier les éléments primordiaux de sa nidification, je veux dire les alvéoles. Cette ingéniosité des Abeilles apparaît toujours avec une grande netteté dans la structure des gâteaux normalement construits en rucher, mais dans l'exemple qui nous

occupe elle est rendue plus évidente encore parce qu'elle a pour mesure le développement même des difficultés vaincues.

C'est à la base du nid qu'elle s'est manifestée surtout avec sa puissance la plus grande. En ces points, la partie extérieure de tous les gâteaux se rattache à la branche par des sortes d'arceaux contigus et irréguliers dont la convexité regarde le côté inférieur de l'édifice. On dirait une succession de cordages réunis côte à côte en une sorte de feston où les points d'attache se multiplient pour mieux relier l'architecture à sa base de fixation. En fait, ces arceaux représentent le bord libre apparent d'alvéoles spacieux dont la paroi supérieure est constituée par la branche elle-même. Les premiers de ces alvéoles ne ressemblent en rien aux cellules des Abeilles, mais les suivants sont déjà plus réguliers et peu à peu s'acquiert le type caractéristique de l'espèce. Au surplus, toute cette partie de la construction est remarquable par une solidité extrême ; fortement enduites d'une propolis noirâtre, les parois alvéolaires ont acquis une épaisseur notable et, contrairement à la cire pure, se distinguent par leur très grande résistance.

Telle est la structure du nid, sur la face externe et à la partie basilaire du rayon. En dedans et au même niveau, la solidité n'est pas moins grande, mais les alvéoles sont plus normaux, et l'épaisse couche de cire qui en constitue les parois est revêtue d'un enduit de propolis brillant, qui lui donne un aspect vernissé caractéristique. Un revêtement moins régulier, mais semblable et plus épais encore, s'étend sur toute la surface de la branche, entre les rayons. Au-dessus de ces derniers, c'est-à-dire en dehors du nid, une mince couche de propolis recouvre l'écorce sur une étendue assez grande et se continue avec les parois extérieures des gâteaux.

On sait que les cellules d'ouvrières, dans les ruches normales, ont un diamètre de 5 millimètres à 5 millimètres 2, et une hauteur de 12 à 13 millimètres, tandis que les alvéoles de mâles atteignent un diamètre de 6 millimètres 5 et une hauteur de 15 à 16 millimètres. Les cellules à couvain de notre nidification appartiennent toutes au premier type et présentent les dimensions correspondantes. Beaucoup d'alvéoles protecteurs, et notamment presque tous ceux du premier gâteau ont également le même diamètre, bien que leur hauteur soit extrêmement variable : 26 millimètres dans le haut de ce dernier gâteau, 6 millimètres vers le centre et 1 à 3 au voisinage des bords. *Il est trop clair que ces alvéoles n'ont pas servi à l'élevage, comme on peut s'en convaincre d'ailleurs par l'examen de leurs parois. On doit en dire autant de toutes les autres cellules protectrices*, j'entends ainsi la totalité des cellules qui constituent les gâteaux 5 et 6, les épaississements

marginaux de tous les rayons et toutes les cellules non recouvertes par les gâteaux adjacents. *En ces dernières régions, les cellules protectrices sont presque toujours plus larges que des alvéoles d'ouvrières et plus étroites que des alvéoles de mâles.* Dans le deuxième gâteau, par exemple, leur diamètre varie entre 5 millimètres 2 et 6 millimètres 4 ; dans le troisième et le quatrième, entre 5 millimètres 1 et 6 millimètres ; dans le cinquième celles du bord inférieur, au surplus très basses, ont le diamètre commun des cellules de mâles, celles du bord oriental sont plus grandes (7 millimètres) et presque toutes les autres sont un peu plus réduites ; enfin les alvéoles du sixième gâteau dépassent à peine par le diamètre les cellules d'ouvrières. Plus grandes encore sont les variations de hauteur dans les cellules protectrices ; *presque toujours plus élevées que les alvéoles de mâle, elles atteignent une longueur démesurée sur les bords épaissis où elles mesurent parfois 41 millimètres,* comme on peut le voir sur la face extérieure, à l'extrémité orientale épaissie du gâteau 2.

Partout, les alvéoles sont légèrement relevés vers le haut, comme dans une ruche normale, mais il s'en faut qu'ils présentent toujours la forme hexagonale régulière. C'est naturellement aux régions épaissies et surtout dans les points où deux gâteaux deviennent confluents qu'ils s'écartent de la forme commune. Parfois alors, ils forment des combinaisons très complexes, où pourtant il est très rare de voir leur grand axe affecter la direction d'une ligne courbe.

J'ajoute que les poutrelles qui s'interposent entre deux gâteaux sont également construites avec des alvéoles modifiés qui, dans ce cas plus que dans tout autre, s'éloignent considérablement des cellules normales.

Le tableau suivant donnera quelque idée de la variation des alvéoles en divers points des gâteaux :

I. diamètre des alvéoles 5,15		Hauteur	En haut . 26 mill. Au milieu. 6 En bas . . 1 à 3	face externe.	
II. diamètre	Bord E, au N 5,4, au S 6,4. Bord O, au N 5,4, au S 5,25. En bas, au N 5, au S 5,2. Au centre (couvain) 5,5.	Hauteur	Bord E, au N 37, au S 11. Bord O, au N 41, au S 31. En bas, au N 7, au S 5 à 6. Au centre (couvain) 10 à 12.		
III. diamètre	Bord E, au N 5,1, au S 5,8. Bord O, au N 5,5, au S 6. Ailleurs et notamment au centre dans la région du couvain	5 à 5,3	Hauteur	Bord E, au N 30 et 18, au S 30 et 36. (Fusionné avec IV.) Bord O, au N de 40 à 15, au S de 36 à 17. Au milieu (couvain) 10 à 12. Au bas 8 à 9.	

IV. diamètre	Près du bord E 5,4 à 5,8. En bas 6,2. En bas et à l'E 5,7.	Hauteur	Près du bord E 30 à 18 et 30 à 36. (Fusionné avec III.) Près du bord O 41. Au bas à l'E 15—20.
V. diamètre	Près du bord E, 6 à 7 mill. En bas 6,7. Près du bord O 5,7.	Hauteur	Près du bord E 40—28. (Fusionné avec VI.) En bas 10. Près du bord O 20.
VI. diamètre moyen 5,3		Hauteur 10—26.	

III. — La population de la colonie.

Nous venons de voir que les alvéoles à grand diamètre, si nombreux dans la nidification, ne présentent presque jamais les traits essentiels des cellules de mâles, qu'ils se trouvent exclusivement dans les parties destinées à la protection de l'édifice et que l'examen de leurs parois montre qu'ils n'ont pas servi à l'élevage. On doit conclure de ces faits que *l'essaim ne produisit jamais de mâles*, par suite qu'*il n'éleva jamais de reines* et que dès lors sa propre reine était encore en pleine vigueur. On sait, en effet, que dans les colonies où existe une vieille reine, les ouvrières édifient des alvéoles royaux dont l'un fournira la jeune femelle pondeuse destinée à remplacer l'ancienne.

Ce n'est donc point à la faiblesse de la reine qu'on doit attribuer l'établissement de l'essaim au voisinage de la colonie dont il était issu et au point même où il s'établit après son premier vol, contrairement à ce que l'on observe de coutume durant les essaimages. Et dès lors il y a lieu de croire : ou bien que la reine de l'essaim avait les ailes en mauvais état, ou bien que les Abeilles chargées du rôle d'éclaireur pour la recherche d'un gîte définitif ne trouvèrent pas de cavité à leur convenance dans les autres parties du Jardin des Plantes.

Au surplus, on ne saurait s'étonner que notre essaim n'ait produit aucun individu sexué. Il était certainement fort, comme j'ai pu le constater au moment où il venait de s'établir, et comme le montre d'ailleurs l'importance de sa nidification, mais ayant un travail démesuré à accomplir et disposant d'une surface indéfinie pour étendre ses gâteaux, il ne risquait pas de se trouver dans les conditions qui provoquent un second essaimage, je veux dire l'excès de population dans un espace trop restreint. En fait, les seconds essaims ou rejetons semblent se produire fort rarement dans les régions tempérées, et la colonie qui nous occupe était moins propre que toute autre à s'écarter de cette règle.

Ainsi, l'activité de l'essaim se limita aux trois opérations suivantes : *l'édification des gâteaux, l'élevage des couvains d'ouvrières, la récolte et la mise en réserve de provisions pour les mauvais jours.*

I. — C'est dans l'édification des gâteaux que l'essaim semble avoir dépensé la plus grande somme de travail. Non protégé contre les intempéries, à l'inverse des Abeilles qui trouvent abri dans une ruche ou dans les anfractuosités naturelles, il dut se protéger directement lui-même et, dans ce but, élabora une très grande quantité de cire qu'il mit en œuvre avec une ingéniosité remarquable. Autant que j'ai pu en juger par des mesures, *les gâteaux qu'il construisit ne devaient pas avoir une étendue bien inférieure à un mètre carré* ; et ce gigantesque travail fut accompli, en quelques mois, depuis la fin du printemps jusqu'aux premiers jours d'automne. Les Abeilles de nos ruchers ne construisent pas, tant s'en faut, des édifices aussi vastes, même au cours d'une année tout entière, et à plus forte raison quand elles proviennent d'un essaim, au dernier mois de la période printanière. J'ajoute qu'on estimerait insuffisamment la quantité de cire produite par notre colonie aérienne en se bornant à mesurer la surface des gâteaux ; on a vu, en effet, que ces derniers présentent de vastes épaisissements protecteurs dont les alvéoles atteignent fréquemment une longueur de 40 millimètres, ce qui a exigé, sans contredit, une masse de cire considérable.

II.—Il est difficile d'évaluer, avec la même rigueur, le développement que prit l'élevage dans la colonie qui nous occupe. Tout ce que l'on peut dire de précis à ce propos, c'est que les cellules à couvain se trouvaient réparties sur les trois gâteaux les plus grands, qu'elles occupaient pour le moins les deux tiers de la surface de ces gâteaux et que dès lors *il dut y avoir dans la colonie une production d'ouvrières fort active.* Cette conclusion est corroborée par le fait que notre essaim édifia une architecture démesurément étendue ; sans doute il semblait d'abord très populeux, mais les ouvrières en pleine activité ne vivent guère plus de cinq à six semaines et l'on doit croire qu'un renouvellement intensif de la population put seul permettre aux Abeilles de mener à bien d'effectuer leur gigantesque travail.

III. — C'est aux dépens du miel que s'effectue la sécrétion de la cire, et c'est au moyen de pollen et de miel que les Abeilles nourrissent le couvain. Dès lors, *édifiant sans mesure et dépensant une grande part de sa récolte aux soins de l'élevage, notre colonie se trouvait dans les conditions les plus fâcheuses pour accumuler des réserves ;* d'autant que le Jardin des Plantes, en dépit de son nom, est loin d'offrir les mêmes

ressources qu'une campagne émaillée de fleurs. Je ne saurais estimer dans quelle mesure l'essaim fit des provisions en vue de la saison mauvaise, mais il est un fait hors de doute, c'est que les Abeilles n'avaient pas emmagasiné de pollen et qu'avant de périr elles burent leur miel presque jusqu'à la dernière goutte. A peine ai-je pu trouver un dépôt de cette réserve dans cinq ou six alvéoles répartis sur tous les rayons, sauf le premier et le dernier. Un de ces alvéoles, presque rempli, avait une longueur de 30 millimètres.

Ainsi les malheureuses Abeilles furent victimes de leur prévoyance elles dépensèrent le meilleur de leur activité aux travaux de construction et aux soins de l'élevage, et par ce double travail, réussirent à édifier l'abri qui leur manquait; mais c'est au moyen des matériaux récoltés qu'elles purent arriver à ce résultat, et dès lors se trouvèrent singulièrement réduites leurs provisions mises en réserve. Pour se protéger contre le froid, nos Abeilles eurent une demeure suffisamment confortable, mais en quantité insuffisante l'aliment qui les soutient et dont elles font du calorique, le miel. LE FROID LES TUA PARCE QU'ELLES AVAIENT FAIM.

J'ai dit combien furent meurtrières pour l'essaim certaines nuits hivernales, à la suite desquelles on trouvait sur le sol, par centaines, les cadavres des malheureux insectes. Les Abeilles qui survécurent à cette période désastreuse donnèrent quelques manifestations de leur activité aux premiers beaux jours du printemps. Mais à ces rares périodes ensoleillées succédèrent de longues semaines brumeuses qui mirent obstacle à l'apparition des fleurs et à la sortie des insectes; ce fut la perte définitive de l'essaim. Comme dans les colonies qui souffrent du froid et de la faim, les Abeilles s'enfoncèrent profondément dans leurs alvéoles vides et y périrent jusqu'à la dernière. C'est ainsi que j'ai trouvé leurs cadavres et qu'on peut les voir encore dans les gâteaux à couvain qui constituaient le centre de la nidification.

En même temps que l'essaim, disparut la souche qui lui avait donné naissance et qui vivait, depuis des années, dans le tronc creux du *Sophora* voisin. Quoique simultanées, ces deux disparitions ne doivent probablement pas être attribuées à la même cause. Mieux protégée contre les intempéries, et d'ailleurs pourvue de gâteaux antérieurement édifiés, la population du tronc creux put certainement accumuler des réserves suffisantes et la preuve, c'est qu'une autre colonie, logée au cœur d'un *Catalpa* dans la petite École de botanique, a très convenablement passé l'hiver.

Mais les Abeilles ont d'autres ennemis que le froid et la faim, elles sont en lutte perpétuelle contre des parasites redoutables et c'est pro-

bablement aux ravages de ces derniers qu'est due la disparition de la souche logée dans le *Sophora*.

En tout cas, *il est bien sûr que notre essaim n'a pas souffert du parasitisme et que c'est la disette qui l'a fait succomber*. Dans la campagne, au voisinage des plantes mellifères, il eût certainement accumulé des réserves suffisantes qui lui auraient permis de survivre à la mauvaise saison. Un phénomène semblable s'est déjà produit non loin de la capitale. Lorsque, l'année dernière, je fis part à la Société entomologique de France de mes premières observations relatives à l'essaim, un confrère des plus habiles, M. Dongé, déclara qu'il avait suivi la nidification d'un essaim sur un arbre, en pleine campagne, que cet essaim avait heureusement passé l'hiver et qu'il fut détruit ou chassé l'année suivante, à la suite de sévices dont il eut à souffrir de la part des gens du pays.

On savait depuis longtemps que notre Abeille mellifique retourne aisément à l'état sauvage primitif, qu'elle s'établit alors dans les anfractuosités naturelles et qu'elle peut y nidifier pendant de longues périodes. Ainsi ont fait au Muséum l'essaim encore vivant dans un *Catalpa*, et la colonie défunte qui, logée dans le *Sophora* voisin de la Bibliothèque, servit de souche à notre colonie aérienne. Étant données les observations précédentes relatives à cette dernière, on est en droit de penser que l'Abeille mellifique n'est pas incapable de se développer librement en plein air dans nos pays, et que sans doute elle pourrait le faire plus aisément encore dans les pays chauds. C'est du reste ce qui semble résulter des récits des voyageurs qui ont visité les régions chaudes où l'Abeille commune a été introduite. Et dès lors nous sommes amenés à conclure que *l'Abeille mellifique, au point de vue de la nidification, ne diffère pas essentiellement de sa congénère la plus voisine, l'Apis Indica*, dont les gâteaux sont communément établis en plein air dans les Indes orientales et se rencontrent même, avec une grande fréquence, sur les bâtiments les plus divers, à l'intérieur des villes.

CONCLUSIONS

On sait que la colonie dont je viens de faire l'étude est sortie de la souche le 26 mai 1904, qu'elle s'est fixée à une grande branche de *Sophora* où elle a nidifié en plein air jusqu'à l'automne, qu'elle a subi une mortalité considérable durant certains jours de l'hiver et que ses derniers représentants ont péri dans les premiers jours du mois d'avril, en 1905.

Je crois utile de résumer brièvement les principaux traits de son industrie :

1° La nidification de l'essaim comprenait six gâteaux parallèles et mesurait, dans sa plus grande étendue, 67 centimètres de longueur; elle était fortement fixée à la branche par de la cire propolisée, et rendue solide par une adhérence totale ou partielle des gâteaux à leurs deux extrémités, au-dessous de la surface d'attache;

2° du côté qui recevait les vents du nord se trouvait un grand gâteau exclusivement protecteur, formé par de petits alvéoles à parois épaisses. Ce gâteau était rattaché au suivant par des poutrelles de cire nombreuses et fortes. Du côté opposé, qui recevait les pluies du sud-ouest, il y avait deux gâteaux protecteurs obliquement situés à la manière d'auvents, et constitués par des alvéoles variés à parois minces;

3° le couvain s'était développé à la partie supérieure des autres gâteaux, dans des alvéoles de petite taille, de sorte que l'essaim n'avait produit ni jeunes reines ni mâles;

4° pour protéger le couvain et pour se protéger elles-mêmes contre les intempéries, les Abeilles avaient fortement épaissi les deux extrémités des gâteaux, au-dessous de la branche, sur une étendue de 10 à 15 centimètres; en ces points les alvéoles avaient tous un grand diamètre et pouvaient atteindre 41 mill. de longueur. Grâce à ces épaississements et aux nombreuses anastomoses des gâteaux, le centre de la nidification formait une chambre à compartiments bien protégés, mais largement ouverte dans sa partie inférieure.

Cette nidification est surtout remarquable par son développement (l'étendue des gâteaux atteint presque un mètre carré) et par la présence très évidente de parties protectrices. Les Abeilles, vraisemblablement, furent victimes des précautions qu'elles avaient prises contre le froid; ayant produit beaucoup de cire, elles ne purent emmagasiner beaucoup de miel, d'autant que le Jardin des Plantes est peu riche en espèces mellifères. Elles succombèrent à la faim, après avoir consommé les dernières gouttes de leurs réserves.

L'essaim aurait certainement survécu en pleine campagne, dans une région à fleurs, et dès lors on peut conclure que notre Abeille mellifique peut reprendre, le cas échéant, les habitudes de nidification aérienne qui sont le propre de l'*Apis Indica*.

Au point de vue psychique, il convient de relever, dans la nidification de notre essaim, les curieuses particularités architecturales qui ont permis aux Abeilles de se protéger contre le froid, la pluie et les vents violents, les modifications qu'elles ont apportées dans leurs al-

véoles et la masse de cire qu'elles ont sécrétée pour arriver à ce but. A ceux qui voudraient voir dans cette architecture si habile les preuves d'*une activité intelligente*, on ne manquera pas de répondre que nos Abeilles ont dû agir sous l'influence exclusive de l'instinct, parce qu'elles étaient incapables de se mettre en garde contre des éventualités fâcheuses d'un hiver qu'elles ne pouvaient pas prévoir. Mais si les ouvrières de la colonie ne connaissaient pas la rigueur hivernale, la reine qui les accompagnait en était parfaitement instruite ; et d'ailleurs, sans recourir à une communication psychique entre cette dernière et les travailleuses, ne peut-on expliquer l'intelligente construction du nid par la seule influence des actions atmosphériques auxquelles nos Abeilles ont été soumises. Dès leur établissement sur la branche, elles eurent à se protéger elles-mêmes et à protéger les alvéoles d'élevage contre le vent et la pluie, par là même elles se protégeaient contre le froid ultérieur sans avoir besoin de prévoir l'approche de ce dernier. Je laisse de côté les influences ataviques, au surplus sans nier qu'elles ont pu avoir un rôle dans les phénomènes qui nous occupent.

Au point de vue psychologique, il n'est pas moins curieux de constater avec quelle ardeur et quelle souplesse ingénieuse les Abeilles ont su modifier suivant le besoin l'alvéole hexagonal qui est l'élément typique de leur architecture. Solide, arciforme et de contour semi-circulaire, cet élément est devenu tout à fait méconnaissable aux points de fixation des gâteaux ; il se retrouve à peine indiqué au plafond des espaces inter-radiaires où il constitue un crépissage épais vernissé de propolis ; dans les régions protectrices des gâteaux, il devient toujours parfaitement net, mais se modifie étrangement dans son diamètre, sa longueur et sa direction ; en somme il n'est absolument normal que dans les régions destinées à l'élevage du couvain. C'est uniquement à la longueur des alvéoles que sont dus les épaississements terminaux par lesquels se trouvent protégées les chambres d'élevage et d'habitation ; à vrai dire, les Abeilles auraient pu arriver au même résultat en fermant ces extrémités par un mur uniforme ; mais un semblable revêtement n'aurait pas exigé moins de cire et sa résistance n'eût pas été plus grande, sans d'ailleurs présenter l'avantage de pouvoir se prêter dans la suite à l'accumulation de réserves de miel et de pollen. Il est difficile de concevoir une industrie plus plastique et mieux appropriée à son but.

La nidification que je viens d'étudier est une pièce rare et précieuse qui mérite d'enrichir la collection du Muséum ; elle occupera une grande vitrine dans la galerie d'entomologie appliquée, ou prendront place également des notices explicatives et les originaux des figures

annexées au présent travail. Il m'est agréable de témoigner la plus vive gratitude aux collaborateurs aimables qui m'ont fourni quelques-uns de ces derniers documents : à M. Millot, l'habile dessinateur qui a reproduit la face méridionale du nid, non accessible aux appareils photographiques, et à M. Henri Sagnier qui a fait photographier le nid par la maison Hachette. Cette dernière opération était particulièrement difficile, et a nécessité une installation assez complexe ; elle a réussi aussi bien qu'on pouvait l'espérer à nous laisser des documents d'un vif intérêt. La reproduction d'une de ces photographies sert à illustrer l'article que j'ai consacré aux Abeilles dans la nouvelle édition du *Dictionnaire d'agriculture*. — Je remercie également mon dévoué collaborateur, M. Robert de Buysson, pour l'aide et les conseils qu'il m'a prêtés au cours de la présente étude.

ÉTUDE DES CELLULES DES TUBES HÉPATIQUES

de l'*Anilocra frontalis* Edwards.

par **A. GUIEYSSE.**

Conklin (1) et Prenant (2) ont observé, le premier, dans l'intestin de *Porcellio*, *Oniscus* et *Armadillidium*, le second, dans les tubes dits « hépatiques » d'*Oniscus murarius*, de grands éléments dont les noyaux présentent des rapports spéciaux avec le protoplasma, rapports qui aboutissent à un mélange de la substance nucléaire avec la substance cytoplasmique ; d'après ces auteurs, on observe, du côté de la lumière du canal dans l'intestin, du côté de la cavité cœlomique pour les tubes hépatiques, des points où la membrane du noyau disparaît ; celui-ci se découpe en prolongements effilés qui pénètrent dans le cytoplasma et, au niveau des pointes ainsi formées, la substance nucléaire et la substance cytoplasmique se continuent l'une par l'autre.

J'ai observé des faits qui ont un certain rapport avec ceux-ci dans les tubes hépatiques d'un Isopode marin qui vit sur les poissons, l'*Anilocra frontalis* Edw. De même que Conklin et Prenant, j'ai vu la substance du noyau pénétrer directement dans le protoplasma ; cette pénétration se fait suivant plusieurs modes du côté de la partie cœlomique des cellules ; mais de plus, j'ai pu me rendre compte, d'après certains aspects du noyau, que je vais décrire, que celui-ci est soumis à une sorte de malaxation, par laquelle sa substance passe d'une région du cytoplasme dans une autre région.

L'intestin ne présente rien de particulier ; il est formé de cellules assez grandes à protoplasma finement strié, contenant des noyaux circulaires assez riches en chromatine ; ces éléments sont recouverts d'un plateau strié, et ne semblent pas contenir de différenciations.

Un peu après l'estomac, on voit s'aboucher dans l'intestin, par en dessous, un tube médian à peu près de même diamètre que l'intestin ; ce

---

(1) Conklin. — The relation of nuclei and cytoplasm in the intestinal cells of Land Isopods. — Amer. Natural. v. 31 p. 66-70, 1897.

(2) Prenant. — Rapport du noyau et du corps protoplasmique dans les cellules des tubes hépatiques de l'*Oniscus murarius*. — Comp. rendus Soc. de Biol., 1897, p. 147.

tube se divise bientôt en deux et chaque nouveau tube va se placer de chaque côté de l'intestin, entre cet organe et la glande dite salivaire, dont les cellules étudiées par Vom Rath et le professeur Henneguy présentent des noyaux si curieux, noyaux dans lesquels la chromatine affecte la disposition de figures radiées. Après un très court trajet, chaque tube se divise en trois cœcums qui parcourent une grande longueur du corps de l'animal.

Dans la partie des tubes qui réunit les cœcums à l'intestin, les cellules ne présentent pas de caractères particuliers, mais, dès que les cœcums sont individualisés, les cellules deviennent colossales et présentent des caractères totalement différents des cellules voisines.

Ces cœcums ont la forme de cordons bosselés. Ils sont formés par une seule rangée de grands éléments, placés circulairement et délimitant une lumière plus ou moins large. Ces éléments présentent une taille démesurée. Leur hauteur, de la paroi cœlomique à la lumière, atteint facilement $0^{mm}15$ à $0^{mm}20$; des noyaux mesurent jusqu'à $0^{mm}10$. Entre eux, on en voit par place de plus petits qui sont refoulés et dont la partie supérieure est recouverte par les parties latérales des premiers.

Sur des coupes, il est impossible de délimiter ces grands éléments. Dans la lumière du canal, leur surface présente de grandes incisures taillées à pic qui semblent les isoler les uns des autres, mais ces incisures ne correspondent pas dans le cytoplasma à des limites cellulaires. De plus, si, généralement, à un champ cellulaire ainsi délimité, correspond un noyau, il arrive souvent, par contre, qu'un seul noyau en occupe deux (comme on peut le voir sur la photographie) et même trois.

Sur une coupe transversale, on compte environ 15 à 20 grandes bosselures. Du côté de la lumière du canal, les éléments sont bordés par un plateau finement strié de 5 à 6μ de large. Du côté externe, on observe aussi des bosselures, beaucoup moins élevées que du côté interne, et formant une ligne ondulée.

Le protoplasma de ces cellules est finement strié radiairement ; il ne contient pas de produits différenciés, si ce n'est d'énormes vacuoles graisseuses qui se colorent en noir par l'acide osmique et qui contribuent, en refoulant le protoplasma, à former les grandes bosselures. Cette graisse est le plus souvent placée entre le noyau et le plateau. Du côté de la base, on observe des formations étranges ; des espèces d'aréoles limitées par des lignes larges de protoplasma homogène plus plus ou moins sinueuses ; ces lignes ne se colorent que par les colorants protoplasmiques et ne prennent pas l'hématoxyline au fer. Les

espaces vacuolaires, ainsi délimités, sont plus ou moins larges, les uns sont remplis de granulations colorées par les colorants acides, les autres d'une sorte de poussière de chromatine, ce qui me fait penser qu'il s'agit là de parties du noyau séparées du reste et en train de dégénérer.

Cette hypothèse concorderait assez avec les très curieux phénomènes qui se passent du côté du noyau.

Ceux-ci sont formés de fines granulations de chromatine plus ou moins denses et serrées. On observe des noyaux très sombres et d'autres beaucoup plus clairs. Au milieu de ces fines granulations, on en voit de beaucoup plus grosses, dont les unes se colorent par les couleurs basiques et ne sont, par conséquent, que de gros grains de chromatine, et d'autres par les couleurs acides et qui seraient des nucléoles vrais. Ces dernières sont toujours grosses, on n'en voit jamais de fines, elles mesurent 10μ environ.

Ce qui frappe le plus dans ces noyaux, c'est leur dimension colossale et surtout leur forme. Quelques-uns sont sphériques et de moyenne taille, mais le plus grand nombre présente une forme absolument indéterminée ; le plus souvent, ils sont lobés et les lobes sont réunis par des pédoncules étroits ; ils sont généralement doubles, mais ils peuvent être triples. Ils sont contournés de toutes les manières et présentent de brusques prolongements. Il y en a qui sont pliés en bissac, composé de deux parties renflées, placées côte à côte et réunies au sommet par un pont étroit ; les deux parties renflées peuvent se réduire à la même dimension que le pont, on a alors la figure d'un fer à cheval ; enfin, le tout peut encore s'amincir et ne plus former qu'une ligne arquée dont la convexité est tournée du côté de la lumière du canal et bordée par une ligne de protoplasma dense. Les noyaux bilobés, ainsi que je l'ai dit plus haut, peuvent occuper deux grandes bosselures ; j'ai même vu des noyaux triples en occuper jusqu'à trois.

Les grosses granulations sont généralement sphériques, mais souvent, dans des noyaux très allongés ou encore dans les noyaux bilobés au niveau de l'isthme, toutes les granulations sont allongées dans le même sens ; dans le premier cas, on a la sensation d'une pression qui s'exercerait latéralement de façon à pousser la substance nucléaire vers les extrémités ; dans le second cas, qui n'est peut-être que la suite du premier, il semble que l'un des lobes se vide dans l'autre.

Les rapports du noyau avec le protoplasma présentent aussi un grand intérêt. Ces éléments si grands sont difficiles à bien fixer [1] et il arrive

(1) J'ai employé pour les fixations les liquides de Zenker, de Bouin et de Flemming.

assez souvent que le noyau se contracte légèrement et se sépare du protoplasma ; il est visible alors qu'il n'y a pas de vraie membrane nucléaire ; le protoplasma forme seulement une ligne dense autour du noyau. Les rapports entre la substance du protoplasma et celle du noyau sont donc des plus intimes, et il arrive assez souvent que l'on

Photographie d'une coupe transversale des cœcums hépatiques d'*Anilocra frontalis* Edw. Cellule avec un noyau en bissac. L'échelle placée au-dessous est divisée en 1/100 de millimètres.

voit la substance du noyau pénétrer le protoplasma sous forme de pointes effilées constituées par de fines granulations, ainsi que Conklin et Prenant l'ont décrit chez les Isopodes terrestres. Cette pénétration se fait toujours dans le cas de l'Anilocra du côté cœlomique du noyau.

Si l'on essaye de coordonner ces différents aspects, il semble que l'on peut admettre que le caractère très spécial de ces cellules est une grande mobilité du protoplasma aboutissant à une continuelle malaxation de la substance nucléaire. Parfois cette malaxation n'aboutit qu'à faire changer de place la substance nucléaire sans la mélanger au protoplasma ; tel est le cas des noyaux bilobés dans lesquels la substance nucléaire passe d'un lobe dans l'autre ; d'autres fois, au contraire, la compression fait passer directement une partie du noyau dans le protoplasma ; dans d'autres cas, une partie du noyau est coupée, isolée de la masse principale par une bride plus solide de protoplasma et dégénère sur place. Il y a donc dans ces éléments un échange visible entre les deux substances, cytoplasmique et nucléaire.

Je n'ai pu encore me rendre compte de la raison de ces remanie-

ments ; la fonction de ces cellules est assez obscure. La sécrétion doit y être très peu active, et il est probable que l'on doit considérer plutôt ces cœcums, étant données leur disposition et leur structure (large communication avec le tube digestif, présence d'un plateau strié semblable à celui des cellules intestinales), comme formés de cellules destinées à l'absorption ; ces cellules sont en tout cas un large réservoir de matières grasses. De nouvelles recherches viendront je l'espère m'éclairer sur leur véritable rôle.

Fait au laboratoire de Beaulieu-sur-Mer.
Mai 1905.

SUR LES NÉRÉIDIENS D'EAU DOUCE
ET SUR UNE NOUVELLE ESPÈCE DE CE GROUPE

par **Ch. GRAVIER**

I

Les Annélides Polychètes vivent normalement dans la mer ; toutefois, un petit nombre d'entre eux possèdent une remarquable plasticité au point de vue de l'adaptation aux milieux les plus variés, en ce qui concerne le degré de salure. Il en est quelques-uns enfin qui ont abandonné définitivement les eaux marines. Ces Polychètes d'eau douce sont encore relativement très rares, malgré les recherches actives dont ils ont été et sont encore l'objet en bien des régions du globe. Aussi, la capture de ces Vers annelés offre-t-elle toujours un intérêt spécial.

L'espèce rapportée des îles Gambier par M. G. Seurat mérite, à divers égards, une mention toute particulière, ainsi qu'on le verra plus loin. L'archipel des Gambier se compose d'un groupe de montagnes volcaniques entourées par une ceinture discontinue, largement ouverte vers le sud-ouest, d'îles basses, en forme de récifs allongés ou « motous ». La partie sud de l'anneau coralligène serait submergée d'après Darwin (1) qui avait cru trouver là un argument en faveur de sa conception des aires d'affaissement du Pacifique. Dans l'une de ces îles basses, Tarauru-roa, située à l'est de Mangareva, M. G. Seurat a recueilli un nouveau Néréidien appartenant au genre *Perinereis* Kinberg, charact. emend. Il existe dans la région moyenne de ce « motou » une pièce d'eau stagnante d'une vingtaine de mètres de largeur, séparée de la mer de chaque côté par une bande de 100 à 150 mètres de calcaires compacts, alimentée uniquement par les eaux de pluies très abondantes dans ces régions et dont la profondeur maxima ne dépasse pas 50 centimètres. Le fond de cette dépression, situé un peu au-dessus du niveau de la mer, est recouvert de vase calcaire. C'est sur le bord de ce lac minuscule, là où la vase est recouverte par une très mince

---

(1) Ch. Darwin, *The Structure and Distribution of coral Reefs*, 3rd Edition, London, 1889, p. 170 et 201, pl. I, fig. 8.

couche d'eau, au voisinage immédiat des Lombrics, qu'a été trouvé ce Néréidien qui ne construit pas de tube, à la différence de certains de ses congénères.

II

Parmi les neuf exemplaires de ce Néréidien rapportés par M. G. Seurat, deux seulement sont entiers ; le plus grand de ceux-ci mesure 11 centimètres de longueur, 3 millimètres de largeur, sans les parapodes, 5 millim. 1/2, ces appendices y compris ; le nombre des segments sétigères est de 125. Le corps, légèrement déprimé, a une apparence un peu grêle ; la largeur varie peu d'une extrémité à l'autre ; il n'y a aucune trace de pigmentation.

Le prostomium (fig. 1), plus large que long, porte en avant, insérées tout près l'une de l'autre, deux antennes coniques dont la longueur surpasse un peu la moitié de la sienne. Les yeux antérieurs, situés dans la seconde moitié du prostomium, ont leur lentille orientée en avant et un peu latéralement ; les postérieurs, un peu plus petits que les précédents et plus rapprochés du plan de symétrie sont placés à la limite du prostomium ; on discerne leur lentille un peu en arrière du centre de l'œil.

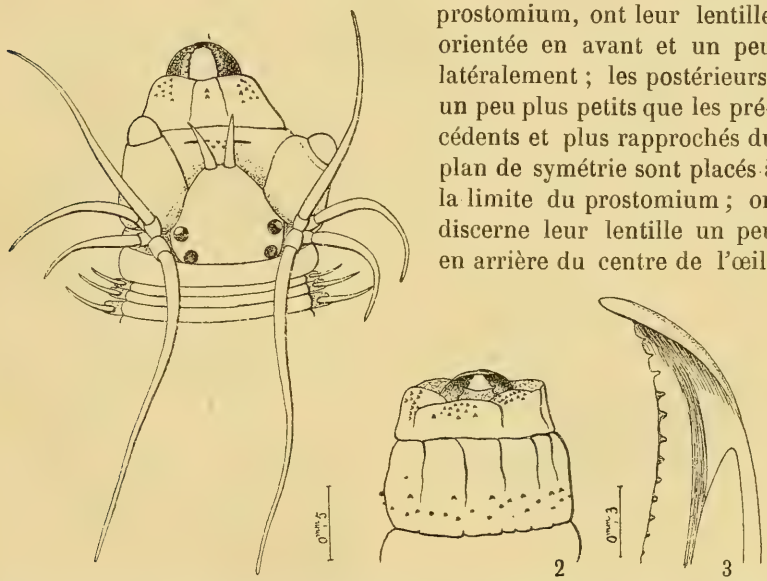


Fig. 1.— Partie antérieure du corps. face dorsale ; la trompe est extroversée.

Fig. 2. — Trompe extroversée ; face ventrale.

Fig. 3.— Mâchoire vue par la face ventrale.

Les palpes sont bien développés ; larges à leur base, ils se terminent à l'autre extrémité par un bouton arrondi.

Les cirres tentaculaires sont grêles et s'étirent graduellement à partir de leur insertion ; les dorsaux postérieurs, les plus longs de tous, couvrent, lorsqu'ils sont complètement étendus sur le dos, les 11 premiers sétigères.

L'armature de la trompe (fig. 1 et 2) est ainsi constituée dans l'organe extroversé :

1° *Anneau maxillaire.* — Groupe I : 2 paragnathes coniques situés l'un dernière l'autre; groupe II : de 7 à 9 paragnathes disposés grossièrement en 3 rangées longitudinales ; groupe III : de 10 à 15 paragnathes, les postérieurs un peu plus volumineux que les autres ; groupe IV : une rangée transversale de 6 ou 7 paragnathes, avec 4 ou 5 autres moins régulièrement disposés.

2° *Anneau basilaire.* — Groupe V : 3 paragnathes coniques disposés en triangle ; groupe VI : 1 ou 2 paragnathes transversaux ; parmi les 9 exemplaires, trois avaient un paragnathe de chaque côté ; trois autres en avaient deux de chaque côté ; les trois derniers en avaient 1 d'un côté, 2 de l'autre ; groupes VII et VIII fusionnés : une rangée antérieure de 6 ou 7 paragnathes coniques assez régulièrement espacés ; une quinzaine d'autres, moins alignés, en arrière des précédents.

Les mâchoires sont presque droites (fig. 3) ; les dents, au nombre d'une douzaine, sont de moins en moins marquées en s'éloignant du sommet ; à partir de la quatrième, elles sont réunies sur la face convexe par une lame chitineuse qui n'existe pas sur la face concave.

Le premier segment, achète, est un peu plus long que les deux premiers sétigères réunis. La longueur des sétigères croît régulièrement du 1er au 6e. Les deux premières paires de parapodes sont uniramées et par conséquent réduites.

Fig. 4. — Parapode de la partie antérieure du corps (6e sétigère).

Dans le parapode complet de la région antérieure du corps (fig. 4), le cirre dorsal, assez développé, s'effilant régulièrement de son insertion à son extrémité distale, dépasse de chaque côté la rame supérieure. Celle-ci, soutenue par un acicule assez grêle, à pointe effilée recourbée vers le haut, est constituée par deux lèvres épaisses, à contour arrondi, fortement en saillie sur la rame inférieure ; elle porte, au 13e sétigère, 5 soies à arête longue. La rame inférieure, traversée par un acicule plus

fort, à pointe infléchie vers le bas, comprend : 1° un mamelon sétigère divisé en deux lèvres, l'une antérieure, l'autre postérieure et armé de 6 soies à arête longue et de 10 soies en serpe : 2° une languette inférieure en saillie sur le cirre précédent. Le cirre ventral, de même forme que le dorsal, moins long qne celui-ci, est relativement bien développé.

Les soies à arête longue (fig. 5) ont une hampe hétérogomphe très grêle, un peu renflée au niveau de l'articulation, striée transversalement, et une arête étroite, très longue, avec une serrature fort marquée.

Les soies à serpe courte (fig. 6) ont une hampe beaucoup plus robuste, élargie au sommet, striée transversalement ; la serpe, allongée, presque rectiligne, présente sur son bord concave des cils rigides recourbés vers le sommet de la soie.

Le parapode n'éprouve pas de modifications importantes de la partie antérieure du corps à la partie postérieure. Cependant, si on

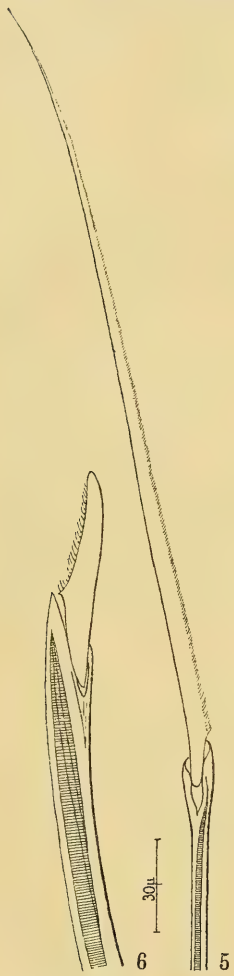


Fig. 5 et 6. — 5. Soie à arête longue.— 6. Soie en serpe.

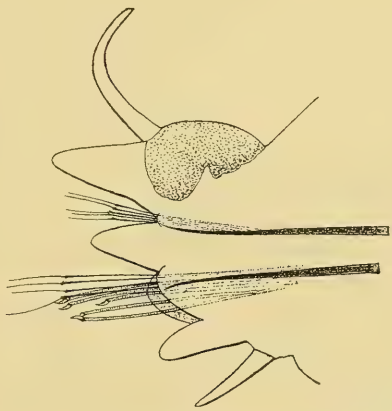


Fig. 7. — Parapode de la partie postérieure du corps (78e sétigère).

considère un parapode appartenant à cette dernière région (fig. 7), on constate que la rame supérieure prend une prédominance plus marquée qu'en avant sur l'inférieure. En même temps, il se déve-

loppe, à la base et en dedans du cirre dorsal, une glande pédieuse (fig. 7, 8, 9) plus ou moins volumineuse suivant les individus et dont la teinte très sombre tranche nettement sur le reste du corps qui n'est pas pigmenté.

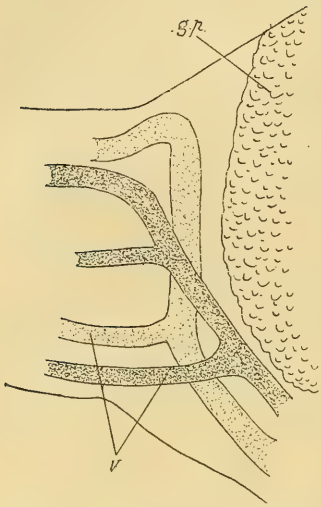


Fig. 8. — Languette supérieure de la rame dorsale ; *v*, vaisseaux qui s'y rendent ; *g. p.*, glande pédieuse.

Les parapodes, très détachés les uns des autres, sont fortement en saillie sur les côtés du corps, comme le montre la figure 8 représentant une section transversale pratiquée dans la région postérieure de l'animal. Le corps est un peu déprimé ; la musculature, peut-être moins puissante que chez les formes marines de même taille et au même état asexué, est cependant notablement moins réduite que dans les formes d'eau douces étudiées récemment par H.-P. Johnson (1). Les muscles longitudinaux, en particulier, n'y montrent pas la minceur exceptionnelle que le zoologiste américain a figurée pour la *Lycastoides alticola* (pl. XVII, fig. 29). En revanche, l'appareil circulatoire est, comme dans les espèces décrites

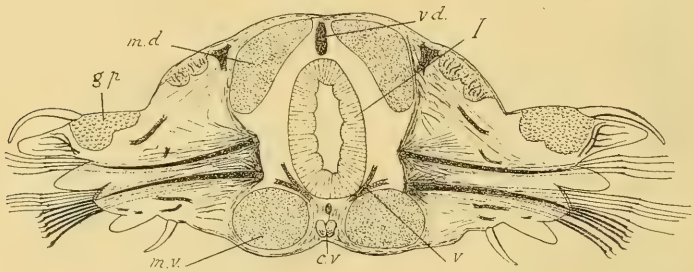


Fig. 9. — Coupe transversale de la région moyenne du corps ; I, intestin ; *c. v.*, chaîne nerveuse ventrale ; *v. d.*, vaisseau dorsal ; *g. p.*, glande pédieuse ; *v.*, vaisseaux ; *m. d.*, muscle longitudinal dorsal ; *m. v.*, muscle longitudinal ventral.

par H.-P. Johnson, fortement développé : il suffit, pour s'en convain-

(1) H.-P. Johnson, Fresh-water Nereids from the pacific Coast and Havaü, with Remarks on fresh-water Polychæta in general, *Mark Anniversary Volume*, Art. X, p. 205-233, pl. XVI-XVII, 1903.

cre, de remarquer les dimensions exceptionnelles du vaisseau dorsal (fig. 9) et la vascularisation à la base de la languette supérieure de la rame dorsale (fig. 8); toutes les parties du parapode sont très richement vascularisées.

Le pygidium porte deux longs cirres anaux insérés au-dessous de l'orifice du tube digestif ; ces appendices anaux, complètement repliés sur la face ventrale, atteignent le niveau du 6e avant-dernier sétigère.

Par la composition du groupe VI des paragnathes de la trompe, le Néréidien dont la description précède se rapproche à la fois de ses congénères dont le groupe VI est formé par un paragnathe transversal et de ceux dont le même groupe compte 2 paragnathes, avec 3 paragnathes coniques au groupe V, c'est-à-dire des formes que R. Horst (1) classe, dans son tableau des espèces du genre *Perinereis*, dans les divisions B — *a* et C — *b*.

Parmi les espèces dont le groupe V est composé de 3 paragnathes coniques et dont le groupe VI est formé par un seul paragnathe transversal, celle qui se rapproche le plus de celle des îles Gambier est la *Perinereis cultrifera* Grube (2) de nos côtes de la Manche et de l'Océan atlantique (3). Mais, chez celle-ci, la rame dorsale est relativement moins développée ; les languettes de cette partie du parapode sont plus étroites et plus étirées; les soies ont une arête beaucoup plus courte ; de plus, le groupe I a 3 paragnathes et les groupes VII et VIII sont tout autrement constitués.

Les deux seules espèces connues ayant deux paragnathes transversaux au groupe VI et trois paragnathes coniques au groupe V sont la *Perinereis vancaurica* Ehlers (Nereis languida Grube) (4) de Nancauri, dans les îles Nicobar, et la *Perinereis aibuhitensis* Grube (5), d'Aibuhit, dans les Philippines.

La première se distingue de celle des îles Gambier par tous les autres groupes de l'armature de la trompe, dont les paragnathes extrêmement

---

(1) R. Horst, Contributions towards the Knowledge of the Annelida Polychæta. — III On species of Nereis belonging to the sub-genus Perinereis, *Notes from the Leyden Museum*, t. XI, 1889, p. 161-186, pl. 7 et 8.

(2) Ed. Grube, Actinien, Echinodermen und Würmer, Königsberg, 1840, p. 74, fig. 6.

(3) Voir pour la bibliographie : Baron de Saint-Joseph, Les Annélides Polychètes des côtes de Dinard, 2e partie, *Ann. des Sc. nat., Zool.*, 7e série, t. V, 1888 p. 260, pl. XI, fig. 128-129 ; 4e partie, id., t. XX, 1895, p. 215; les Annélides polychètes des côtes de France, id., 8e série, tome V, 1898, p. 317, pl. XVII, fig. 113-114, pl. XVII, fig. 115-116.

(4) Ed. Grube, Anneliden der Novara Expedition, p. 13, taf. II, fig. 1.

(5) id. Annulata Semperiana, *Mémoires de l'Acad. imple des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, 1878, t. XXV, no 8, p. 89, taf. V, fig, 3.

petits sont fort nombreux (il y en a plus de 40 dans le groupe II, de 80 dans le groupe III), par les mâchoires qui sont dépourvues de dents et par la brièveté des antennes et des cirres tentaculaires.

Quant à la *Perinereis aibuhitensis*, elle se sépare très nettement de l'espèce décrite ici par la forme de ses paragnathes du 6e groupe, plutôt triangulaires qu'aplatis dans le sens transversal, par l'absence de soie en serpe et par le moindre développement des antennes et des des cirres tentaculaires.

Nous dédions à M. G. Seurat qui a eu la bonne fortune de la découvrir aux îles Gambier, cette nouvelle espèce de Perinereis qui portera le nom de *Perinereis Seurati*.

III

Plusieurs des exemplaires de ce Néréidien des îles Gambier renfermaient des ovules à divers degrés de développement ; dans aucun d'eux, je n'ai découvert la présence simultanée d'éléments mâles et d'éléments femelles, ainsi que cela a lieu d'après Mendhal (1) chez la *Nereis diversicolor* O.-F. Müller qui s'accommode des milieux les plus divers au point de vue du degré de salure et qui peut même, d'après Ferronnière (2), continuer à vivre dans l'eau douce.

Chez deux exemplaires femelles de la *Perinereis Seurati* dont la partie postérieure manque, on constate que le corps n'est plus qu'un sac à œufs, à paroi amincie et semi-transparente. La musculature est très réduite ; le calibre du tube digestif, fort amoindri. Les ovules, isolés les uns des autres, presque sphériques, mesurent de 260 à 280μ de diamètre. Ces deux exemplaires femelles sont donc parvenus ou peu s'en faut, à l'état de complète maturité sexuelle ; il est d'ailleurs possible que la partie postérieure qui leur manque se soit détachée sous le poids des œufs.

Ce qui est très intéressant à signaler à ce sujet est la légère modification subie par le parapode dans le sens des formes hétéronéréidiennes (fig. 10). La rame dorsale est intacte. Dans la rame ventrale, le mamelon sétigère présente un lobe foliacé supérieur et un lobe inférieur très richement vascularisés ; la base du cirre ventral offre à considérer deux lobes semblables. On n'observe aucun changement

(1) M. Mendthal, Untersuchungen über die Mollusken und Anneliden des Frischen Haffs, Königsberg, 1889, 16 p.

(2) G. Ferronnière, Études biologiques sur la faune supralittorale de la Loire-Inférieure, Nantes, 1901.

dans les soies qui conservent la même physionomie que chez les individus dépourvus d'éléments génitaux, ni aucune trace de la division du corps en deux régions si tranchées dans les formes épigames.

Il paraît donc n'y avoir là qu'une trace, un souvenir de la transformation épigame subie autrefois par l'espèce marine d'où cette forme d'eau douce est dérivée. On appréciera le caractère peu accentué de la modification du parapode de ce Polychète d'eau douce des îles Gambier en comparant les figures 10 et 11 ; celle-ci représente le

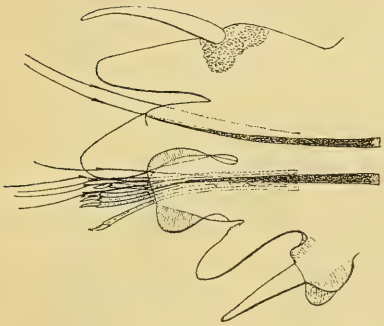


Fig. 10. — Parapode de la région postérieure du corps d'une femelle de *Perinereis Seurati*, parvenue à l'état de maturité sexuelle.

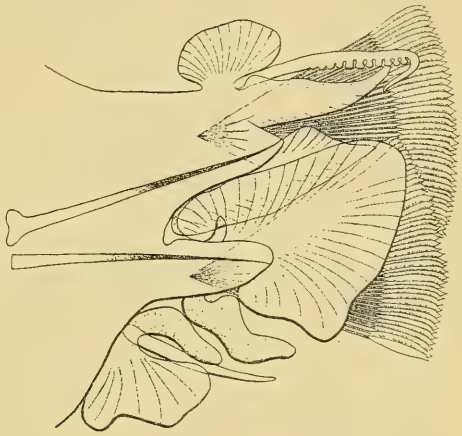


Fig. 11. — Parapode entièrement transformé d'une forme épigame du Golfe de Californie.

parapode entièrement transformé d'une forme épigame du golfe de Californie (1). Le développement des lobes foliacés parcourus par de très nombreux vaisseaux sanguins et des soies en palette caractéristique des « *heteronereis* » correspond à un changement complet au point de vue biologique : ces animaux qui, à l'état asexué, rampent au fond de la mer, gagnent la surface, une fois la transformation opérée et, munis d'appareils locomoteurs puissants, ils nagent fréquemment par essaims, à quelque distance des côtes. Un pareil changement dans les conditions d'existence n'a pas lieu ici. Il est vrai que les parapodes lobés ne sont pas exclusivement locomoteurs : leur

(1) Ch. Gravier, sur une singulière forme hétéronéréidienne du golfe de Californie, *Bull. du Mus. d'hist. natur.*, t. XVI, 1901, p. 177-182, 11 figures dans le texte.

vascularisation très riche montre qu'ils jouent un rôle important dans la respiration. Mais l'atrophie des lobes foliacés se trouve compensée ici par le nombre des vaisseaux dont sont amplement pourvues toutes les parties du parapode.

Il est très difficile d'indiquer, même d'une manière approximative, l'époque à laquelle a eu lieu l'émersion du « motou » de Tarauru-roa et encore plus de préciser celle où la pièce d'eau dans laquelle vit la *Perinereis Seurati* a été définitivement séparée de la mer. Il est probable que ces événements remontent à des dates déjà anciennes. Quoi qu'il en soit, la présence de ces lobes foliacés, dernier vestige des transformations épigamiques ancestrales, semble indiquer la lenteur de certains processus évolutifs.

On a signalé l'absence de phénomènes d'épigamie chez plusieurs espèces de Néréidiens d'eau douce à l'état de maturité sexuelle; tel est le cas, en particulier, de la *Nereis limnicola* Johnson, de la *Lycastis havaiiensis* Johnson (1) et de la *Lycastis ouanaryensis* Gravier (2).

Fritz Müller (3) et plus tard A. Giard (4) ont indiqué très nettement la différence entre le développement des animaux d'eau douce et celui des types marins qui leur sont apparentés : « Puisque nous parlons, dit Fritz Müller, de la transition du développement primordial avec métamorphoses au développement direct, il n'est pas déplacé de dire un mot du défaut de métamorphose mentionné plus haut chez les animaux d'eau douce et terrestres, tandis que leurs parents habitant la mer en traversent encore une. Il semble qu'on puisse en donner deux raisons différentes : ou les espèces sans métamorphose ont principalement émigré vers l'eau douce, ou la métamorphose fut plus promptement écartée chez celles qui avaient émigré que chez leurs compagnes restées dans la mer. » Il y aurait grand intérêt à connaître l'accélération embryogénique (5) causée par le changement de milieu sur les Polychètes acclimatés à l'eau douce.

---

(1) H.-P. Johnson, loc. cit., p. 209 et 211.

(2) Ch. Gravier, Sur trois nouveaux Polychètes d'eau douce de la Guyane française, *Bull. de la Soc. d'hist. natur. d'Autun*, 1901, p. 359, fig. 9.

(3) Fritz Müller, Für Darwin, traduction Debray in *Bull. scientifique du départ. du Nord*, 2e série, 1883, p. 33.

(4) A. Giard, Sur le développement comparé des types marins et d'eau douce, *Revue scientifique*, 5e série, 1889, n° 21, p. 649.

(5) Ed. Perrier et Ch. Gravier, La Tachygenèse ou accélération embryogénique, *Ann. des Sc. nat., Zoologie*, 8e série, t. XVI, 1902, p. 133-374, 119 figures dans le texte.

IV

Parmi les Annélides Polychètes, animaux essentiellement marins, la famille des Néréidiens se distingue entre toutes par la plasticité remarquable avec laquelle un certain nombre de ses types s'adaptent aux milieux les plus variés. Ainsi, la *Nereis diversicolor* O.-F. Müller de nos côtes de la Manche et de l'Atlantique peut vivre dans l'eau des réservoirs des marais salants (phares) marquant 17 à 18° à l'aréomètre Baumé, c'est-à-dire le point où le chlorure de sodium se précipite ; elle s'accoutume à l'eau saumâtre et il est même possible, à condition que la transition soit ménagée, de l'acclimater dans l'eau douce, même en prenant directement dans la mer les individus soumis à l'expérience. La *Nereis culveri* Webster, la *Nereis virens* M. Sars présenteraient, d'après Webster (1), Hamaker (2) et Johnson (3) des particularités analogues.

D'ailleurs, deux espèces du genre *Lycastis* Savigny (Aud. et M. Edwards rev.), — le plus riche de la famille en espèces d'eau douce — ont été recueillies dans la mer, en milieu saumâtre et dans l'eau complètement douce ; ce sont : la *Lycartis quadraticeps* Blanchard, décrite par Gay (4) trouvée d'abord à Calbuco (Chili) puis au détroit de Magellan (5) et la *Lycastis ouanaryensis* Gravier, de la Guyane française.

Inversement, certains Polychètes, qu'on n'a trouvés jusqu'ici que dans les eaux douces peuvent être réhabitués peu à peu au milieu marin. Ainsi H.-P. Johnson a réussi, au bout de quelques jours, à conserver vivante dans l'eau de mer pure et sans « apparent discomfort » la *Nereis limnicola* Johnson, récoltée dans le Lac Merced, qui alimente en partie la ville de San Francisco. Il serait vivement à souhaiter que l'expérience pût être prolongée ; il serait fort intéressant, en effet, de voir réapparaître dans le milieu originel, les phénomènes d'épigamie supprimés dans le passage du milieu marin à l'eau douce. La même expérience a été tentée, d'après H.-P. Johnson, avec un

(1) H.-E. Webster, Annelida Chætopoda of New Jersey, *32 Ann. Rep. New York state Mus. nat. Hist.*, p. 101-128, 7 pl.

(2) J.-I. Hamaker, The Nervous system of Nereis virens Sars, *Bull. Mus. Comp. Zoôl., Harvard College*, vol. 32, 1898, p. 89-124, pl. 1-5.

(3) H.-P. Johnson, loc. cit., p. 219.

(4) Cl. Gay, Historia fisica y politica di Chili, Zool., t. III, Paris, 1849, in-8°, p. 25 ; Atlas, 2 vol. Ann., pl. I., fig. 7 et 7a.

(5) E. Ehlers, Die Polychæten des magellanischen und chilenischen Strandes, ein faunisticher Versuch, Berlin, 1901, p. 121.

succès aussi complet sur un Sabellien d'eau douce du genre *Manayunkia* Leidy.

Il est d'ailleurs fort important de remarquer qu'il ne suffit pas qu'une espèce normalement marine continue à vivre dans l'eau de mer graduellement et indéfiniment étendue pour qu'on puisse la considérer comme adaptée à l'eau douce. L'adaptation n'est réalisée qu'à partir du moment où l'espèce considérée peut se reproduire dans le nouveau milieu. Le cas de la *Nereis diversicolor* O.-F. Müller est, à ce point de vue, singulièrement instructif. Il n'est point de Polychète qui s'accommode mieux des degrés de salure les plus variés; elle peut se contenter même d'eau douce, mais elle ne peut y développer ses cellules génitales. Cette espèce vit dans le Frisches Haff qui, bien qu'en communication intermittente avec la mer, est une nappe d'eau douce, pour ainsi dire, ainsi qu'en témoignent sa faune et sa flore: on n'y trouve jamais de formes jeunes de la *Nereis diversicolor*, mais seulement des adultes. D'après Mendthal, elle gagne la haute mer, au moment de la maturité sexuelle, pour y frayer. Cette observation se trouve confirmée par les expériences de G. Ferronnière, qui a constaté que l'acclimatation progressive de ce Néréidien dans l'eau douce paraît ne causer aucune perturbation physiologique essentielle, qu'elle n'arrête pas même la régénération en voie d'accomplissement, mais qu'elle entraîne fatalement la stérilité. Si on plonge dans l'eau douce un individu porteur de cellules reproductrices, celles-ci se résorbent, même à l'obscurité qui permet la résistance à l'immersion brusque dans ce milieu; tous les phénomènes vitaux s'atténuent, l'animal passant en quelque sorte à l'état de vie latente.

Les naturalistes qui ont étudié les phénomènes précédant la mort des animaux marins qu'on place sans aucune transition dans l'eau douce (Beudant, Paul Bert, Eisig, J. Gogorza y González, G. Ferronnière, etc.) ont fait connaître les troubles profonds que le changement de milieu cause dans la circulation; les phénomènes osmotiques auxquels ce changement donne lieu affectent le plasma de même que les éléments figurés du sang. Lorsque l'osmose se fait avec violence, les globules sont rapidement et complètement déformés, la nutrition générale est arrêtée soudainement et la mort est presque immédiate. Mais si les modifications du milieu sont réalisées peu à peu, les hématies peuvent acquérir une certaine résistance, comme le pense Eisig [1] à la suite de ses expériences sur le *Capitella capitata* Fabricius et comme le montrent aussi celles de G. Ferronnière sur la

(1) H. Eisig, *Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel*, 1887, p. 885.

Nereis diversicoler O.-F. Müller, la *Nereis longipes* de Saint-Joseph, la *Perinereis cultrifera* Grube, et celles de Percy Moore sur la *Fabricia stellaris* Blainville (1).

La continuation de la vie dans l'eau douce, pour un animal marin, suppose donc, avant tout, une certaine élasticité, pourrait-on dire, dans les éléments figurés du sang, permettant la résistance aux phénomènes osmotiques plus ou moins intenses dont ils sont le siège; mais cette condition *nécessaire* n'est pas *suffisante*. L'animal n'est pas condamné à une mort immédiate, mais il devient incapable de se reproduire; les éléments génitaux ne se développent pas, ou, s'ils existent déjà, ils se résorbent. L'acclimatation qui exige la possibilité de la reproduction demande donc quelque chose de plus. Il y a par conséquent une distinction à faire entre les espèces complètement acclimatées à l'eau douce et celles qui sont capables de supporter des variations considérables dans le degré de salure, que Möbius désigne sous le nom d'*euryhalines*.

On doit remarquer que les Oligochètes qui habitent normalement la terre humide ou les eaux douces, comptent également quelques types marins appartenant aux genres *Clitellio*, *Hemitubifex*, *Heterochæta*, *Pachydrilus*, etc. qui, d'après G. Ferronnière, se rencontrent avec la *Nereis diversicolor* et la *Polydora ciliata* dans les marais salants comme dans les eaux saumâtres.

C'est du milieu marin que proviennent tous les êtres vivants; c'est en particulier des Polychètes qui vivent dans la mer que dérivent les Oligochètes de la terre ou de l'eau douce. H. Eisig se fondant surtout sur des considérations morphologiques, pense que la plus grande partie des Oligochètes proviennent des Capitelliens, dont on ne connaît actuellement qu'une seule espèce d'eau douce, l'*Eisigella ouanaryensis* Gravier.

Mais si l'on remarque que ce sont les formes littorales qui se prêtent le plus aisément aux changements de salure se produisant constamment autour d'elles, que ce sont ces formes qui émigrent le plus volontiers dans les terres, qu'en outre, les Néréidiens fournissent à eux seuls plus de la moitié des Polychètes d'eau douce actuellement connus, qu'avec les Sabelliens ils constituent plus de 80 0/0 de ces animaux, il est permis de supposer, comme je l'ai fait antérieurement (2) que les Oligochètes se rattachent aux Polychètes par plusieurs phylums distincts.

---

(1) Teste Johnson, loc., cit., p. 219.

(2) Ch. Gravier, Sur les Annélides Polychètes d'eau douce, *Bull. de la Soc. d'hist. nat. d'Autun*, 1901, p. 381-388.

NOUVELLES RECHERCHES

Sur la Biologie et la Psychologie des Chiracanthions

par **A. LÉCAILLON**

Le présent travail se rapporte principalement à des recherches faites, pendant l'été de l'année 1904, sur la biologie et la psychologie de *Chiracanthium carnifex* Fabr. et de *Chiracanthium punctorium* Villers. Il contient également des faits relatifs à quelques autres Araignées et des considérations s'appliquant à l'ordre entier des Aranéïdes.

Dans un premier mémoire publié dans « l'Année psychologique » pour 1904, j'ai déjà examiné les questions dont il s'agit ici chez *Ch. carnifex*. En outre j'ai publié, dans les « Comptes rendus des séances de la Société de Biologie », plusieurs notes résumant des observations faites sur plusieurs autres Araignées (1). Pour bien comprendre la portée du présent travail, le lecteur devra d'abord connaître les faits signalés dans les publications dont je viens de parler. J'ai dû tenir compte en effet, pour formuler au sujet des Chiracanthions les conclusions auxquelles j'arrive aujourd'hui — conclusions qui complètent et même sur certains points corrigent celles auxquelles j'étais arrivé dans mon premier mémoire —, non seulement de mes nouvelles observations, mais encore de toutes celles que j'ai faites précédemment sur les diverses espèces que j'ai étudiées.

Les autres Araignées sur la biologie et la psychologie desquelles je signale ici quelques faits nouveaux sont :

Agelena labyrinthica Cl., *Theridium lineatum* Cl. (2),
Pisaura mirabilis Cl. et *Pardosa hortensis* Thorell (3).

---

(1) Voir les indications bibliographiques à la fin du mémoire.

(2) Les Théridions que j'ai appelés, dans mes publications antérieures, *Théridium lineatum* Cl. et *Th. bipunctatum* L. n'ont été regardés comme deux espèces différentes, qu'à la suite d'une erreur de détermination. En réalité, j'ai eu affaire à *Th. lineatum* Cl. (variété *ovatum*) et à *Th. lineatum* Cl. Les faits touchant les Théridions, que j'ai signalés dans mes trois notes publiées en 1904 dans les comptes rendus de la Société de Biologie, ne doivent donc pas être considérés comme se rapportant à deux espèces différentes, mais à *Th. lineatum* et à sa variété *ovatum*.

(3) Toutes ces espèces ont été déterminées par M. E. Simon ; je suis heureux de pouvoir remercier ici, pour sa grande obligeance, le savant Arachnologiste.

A. Observations sur *Chiracanthium carnifex.*

Pendant l'été de l'année 1904, qui fut beaucoup plus chaud que celui de l'année précédente, l'époque de la reproduction de *C. carnifex* fut sensiblement plus précoce qu'en 1903. Dès le 13 juillet, à l'endroit même où j'avais recueilli les Araignées l'été précédent, non seulement les nids étaient tous construits, mais la plupart d'entre eux contenaient déjà des petits sortis du cocon. L'avance sur l'année 1903 était ainsi de 15 à 20 jours à peu près, ce qui correspondit du reste à celle qu'eut également, sur l'année précédente, l'époque de la maturité des plantes portant les nids. L'influence d'une température plus élevée, en avançant simultanément et dans une mesure uniforme le moment de la reproduction de l'Araignée et celui de la maturation des plantes portant les nids, ne causa ainsi aucun tort à l'espèce. Au moment de la récolte des plantes, et par suite de la destruction probable des nids, les jeunes Araignées devaient en effet avoir atteint, comme d'habitude, l'âge où elles sont généralement en état de se disperser (1).

Un autre point qui mérite d'être noté est relatif à la nature de la plante sur laquelle les nids peuvent être construits. En 1903, le lieu principal où j'avais recueilli ceux-ci était un champ d'avoine d'une très vaste étendue. En 1904, le champ d'avoine était remplacé par un champ de blé. Je constatai que les Chiracanthions, utilisant la nouvelle plante qui se trouvait à leur portée, avaient établi leurs nids dans les feuilles de blé. Ces feuilles ressemblant complètement à celles de l'avoine et pouvant, aussi facilement qu'elles, servir à la construction du nid, le fait ne présente d'ailleurs rien de surprenant. Mais, d'un autre côté, comme il était facile de le prévoir également, aucun nid construit à l'aide d'épis de blé ne fut rencontré, ces épis ne se prêtant pas à l'usage que les Chiracanthions savent faire des panicules d'avoine. On peut admettre, en conséqnence, que ces Araignées peuvent construire leurs nids, non pas uniquement sur l'avoine, mais sur toutes les plantes dont les feuilles ou les tiges présentent les mêmes dispositions favorables que celles présentées par les feuilles ou les panicules de l'avoine. Ce fait est du reste reconnu par les naturalistes, et E. Simon

(1) J'ai à peine besoin de faire observer que je ne vois, dans la coïncidence rapportée ici, aucune harmonie préétablie. Il n'y a là du reste qu'un fait très peu important, puisqu'il ne s'agit que d'un point très limité de l'habitat de l'espèce et que celle-ci, en outre, construit aussi son nid sur d'autres plantes que les graminées cultivées.

s'exprime ainsi au sujet de *C. carnifex* : « Cette espèce est assez commune dans les prairies du centre et du nord de la France où elle établit sa coque à l'extrémité des tiges de graminées ou autres plantes élevées » (1). D'autre part Walckenaer, dans son Histoire Naturelle des Insectes aptères (t. 1. p. 602) écrit les lignes suivantes : « Cette Clubione se renferme dans les feuilles d'arbres qu'elle roule en cornet, et dont elle a assujetti l'extrémité pour le clore entièrement. C'est là qu'elle renferme son paquet d'œufs ronds, jaunâtres et de la grosseur d'une graine de pavot. L'intérieur de la feuille est tapissé d'une soie fine, blanche, serrée, ainsi que l'extérieur. Si on entrouvre cette feuille, sans déchirer entièrement la toile de l'Aranéide, celle-ci, peu d'instants après, parvient à refermer la feuille au moyen de nouveaux fils. »

D'autres Araignées sont analogues aux Chiracanthions sous le rapport de la diversité des plantes adoptées lors de la construction des nids. Ainsi, certains Théridions (*Th. lineatum* en particulier) construisent leurs nids dans les feuilles les plus diverses; il suffit que celles-ci soient assez larges et assez molles pour pouvoir être pliées facilement.

Relativement à la manière dont la femelle de *Ch. carnifex* se comporte vis à vis de son nid et de sa progéniture, j'ai fait quelques observations nouvelles s'appliquant à deux cas : celui dans lequel on met la femelle en présence de son nid d'où l'on a extrait le cocon ovigère, et celui où on la met en présence d'un nid complètement détruit.

Dans le premier cas on constate que la femelle, ramenée sur son nid d'où on a enlevé le cocon, y pénètre cependant et y reste renfermée pendant un certain temps. Mais, au bout d'un jour ou deux, elle quitte le nid définitivement. *Bien que la femelle ait avant tout l'habitude de prendre un grand soin du nid qui renferme sa progéniture, il faut donc cependant que celle-ci soit présente dans le nid pour qu'il ne soit pas quitté par l'Araignée.*

En ce qui concerne le second cas, mes nouvelles observations m'ont conduit à une conclusion partiellement différente de celle à laquelle je m'étais arrêté à la suite de la treizième expérience rapportée dans mon mémoire de 1904. D'après cette expérience, une femelle dont le nid a été trop détérioré pour être réparé ne l'abandonne pas, mais reste sur les débris en se bornant à jeter quelques fils de soie pour les rassembler. Les petits quittent au contraire peu à peu le nid sans faire attention à la mère qui ne s'occupe pas d'eux non

(1) Les Arachnides de France, t. 4, p. 256.

plus. Finalement la femelle meurt sur place, sans abandonner les débris du nid.

Au lieu de m'adresser à une femelle conservée depuis longtemps en captivité et dont la vitalité pouvait être diminuée, j'ai répété cette expérience sur quatre individus récemment capturés. Les résultats obtenus sont indiqués dans le résumé suivant :

1° Le premier nid est détérioré par déroulement de la feuille de blé qui le contient et fixation des deux extrémités de cette feuille au moyen d'épingles, afin que la mère ne réussisse pas à l'enrouler de nouveau. L'Araignée, s'aidant de ses pattes et de ses chélicères, s'efforce de recourber les bords de la feuille et de la paroi du nid, c'est-à-dire de reconstituer celui-ci autour des petits auxquels elle ne prête aucune autre attention et qui, de leur côté, marchent au hasard dans toutes les directions, s'éloignant peu à peu. Le lendemain matin, la femelle n'est plus sur l'emplacement du nid ; mais, retrouvée à une petite distance, cachée dans un endroit moins éclairé que celui où sont les débris du nid, et ramenée sur ceux-ci, elle s'efforce de nouveau de les rassembler. Elle finit par établir une petite cachette entre la feuille et un lambeau de la paroi de soie, et se blottit dans cette cachette. Le soir, ce rudiment de nid ayant été détruit, l'Araignée recommence encore sa tentative de reconstruction. Le lendemain matin elle est de nouveau disparue.

2° Le 2e nid est détérioré de la même manière que le précédent. Le Chiracanthion parcourt la feuille étalée et contenant les débris du nid ; il jette quelques fils çà et là, puis reste immobile à côté. Les petits s'éparpillent ; le lendemain l'Araignée est disparue.

3° Le 3e nid est coupé en morceaux ; pendant trois quarts d'heure, l'Araignée palpe soigneusement ceux-ci l'un après l'autre, sans essayer de les réunir. Elle abandonne alors les débris bien qu'il y ait encore un certain nombre de petits au milieu d'eux.

4° Un nid contenu dans des épillets d'avoine est ouvert et les morceaux en sont étalés. La femelle jette activement des fils d'un débri à l'autre. Le lendemain, elle est encore en place et est parvenue à refaire une sorte de nid en rattachant ensemble plusieurs morceaux de l'ancien. La nouvelle construction ayant été détruite, l'Araignée parvient encore à en refaire une nouvelle. Celle-ci ayant eu le même sort que les précédentes, le Chiracanthion disparaît finalement.

D'après ces quatre observations complétant la treizième expérience décrite dans mon mémoire de 1904, les conclusions que j'avais tirées alors de cette expérience doivent être maintenues sauf en ce qui concerne celle que j'avais cru pouvoir admettre du fait que la mère était

restée sur les débris du nid jusqu'à ce qu'elle mourût. Quand ce fait se produit, ce n'est qu'exceptionnellement, et alors il n'est très certainement pas dû à une véritable souffrance qu'éprouverait l'Araignée, mais à des causes beaucoup plus simples et d'ordre purement physiologique. Je reviendrai plus loin sur ce point et indiquerai ces causes.

B. Observations sur *Chiracanthium punctorium*.

Dans son « Histoire naturelle des Insectes aptères, (t. 1er, p. 602), Walckenaer appelle cette Araignée « Clubione nourrice » et s'exprime ainsi à son sujet :

« Cette espèce est commune dans les bois. Elle réunit ensemble plusieurs feuilles d'arbres et forme, avec une soie très blanche, un nid gros comme la moitié du poing et assez semblable à celui que font certaines chenilles. L'intérieur de ce nid est tapissé d'une soie blanche et serrée. Quelques fils qui aboutissent au nid sont tendus en tous sens sur les feuilles et les branches environnantes. Les petits, déjà grands et longs au moins d'une ligne, se tiennent dans l'intérieur du nid avec la mère. Celle-ci, au lieu de s'enfuir lorsqu'on la menace avec les pinces, allonge ses longues mandibules qu'elle retire aussitôt. Lorsqu'on fait un trou au nid pour en arracher la mère, on trouve ce trou bouché par les jeunes, qui ne laissent plus, pour sortir, qu'une petite ouverture. Les jeunes Aranéides sortent hors du nid pour aller chasser, et y rentrent, vivant ainsi pendant longtemps en commun et en société. »

D'après E. Simon [1] « cette espèce est la plus commune dans toute la France, particulièrement dans les friches et dans les clairières des bois ; elle établit sa coque, qui est souvent très grande, sur les graminées élevées, les haies, les arbustes et les buissons ; en juin, on commence à trouver les deux sexes adultes ; en août et septembre, la femelle garde son cocon. Ce cocon, qui est de tissu assez fort et transparent, est gros et de forme peu régulière ; il adhère aux parois de la coque et renferme plus de cent œufs..... Quand on vient à déchirer la coque d'une femelle gardant ses œufs ou ses petits, elle en sort furieuse ; sa moindre morsure suffit alors pour tuer instantanément les plus gros Insectes et produit, même chez l'homme, des accidents très sensibles (cité d'après le docteur A. Forel) ».

La taille de *Ch. punctorium* est beaucoup plus grande que celle de *Ch. carnifex*, mais elle varie beaucoup suivant les individus, de sorte

(1) Loc. cit., page 248.

que l'on trouve de gros nids renfermant de grosses femelles et des nids plus petits contenant de petites femelles. D'après E. Simon, la longueur du céphalothorax peut varier, pour la femelle, de 4^{mm} à $7^{mm},5$, soit presque du simple au double.

Mes observations ont été faites, comme pour *Ch. carnifex*, sur des individus pris à Jouy (Aisne). A la fin de septembre 1903, j'ai trouvé des nids portés sur des joncs qui avaient envahi le lit d'un ruisseau. En 1904, dès le 15 août, les nids étaient assez abondants sur des tiges de *Rumex crispus* qui croissaient dans un terrain marécageux. Dans les cas qu'il m'a été donné d'observer, les nids de *Ch. punctorium* étaient donc placés dans des lieux beaucoup plus humides que ne l'étaient ceux de *Ch. carnifex*. Je pense également que pendant l'année 1904, par suite de l'influence d'une température exceptionnellement élevée, l'époque de la reproduction de *Ch. punctorium* fut, comme pour *Ch. carnifex*, sensiblement plus précoce qu'en 1903.

Les nids de *Ch. punctorium* sont construits, dans les tiges ramifiées des joncs et des *Rumex*, exactement comme ceux de *Ch. carnifex* le sont dans les épillets d'avoine. La seule différence est que chaque nid est porté tout entier par un seul pied de *Rumex*, cette plante spontanée ne se trouvant d'ailleurs le plus souvent que par pieds isolés les uns des autres. Pour les nids situés sur les joncs, plusieurs plantes sont au contraire utilisées comme support d'un seul nid. Ici encore le nid est complètement fermé avant la ponte, car on trouve des femelles à abdomen très gonflé, prêtes à pondre, déjà renfermées dans leur nid. On peut cueillir, pour les emporter avec les nids, les plantes qui contiennent ceux-ci ; pendant le transport, les femelles renfermées sortent alors de temps en temps par une ouverture qu'elles font dans la paroi du nid, mais elles ne s'éloignent pas, rentrent bientôt dans le nid et en referment la brèche.

Dans les nids, lorsque les femelles ont pondu, on trouve un cocon blanc, assez gros. Dans l'un d'eux, j'ai compté de 150 à 155 œufs d'un blanc légèrement jaunâtre, ayant un peu plus de 1^{mm} de diamètre ($1^{mm},11$ à $1^{mm},25$) chacun.

J'ai cherché à observer la manière dont la femelle pond ses œufs et construit son cocon, mais la ponte eut lieu pendant la nuit (1), et, à 7 heures du matin, la femelle était déjà occupée à tisser de la soie sur la masse d'œufs. Très affairée, l'Araignée, placée sur celle-ci, la palpait continuellement tout en tissant à la surface et la rattachant à la paroi

(1) Plusieurs femelles de *Théridium lineatum*, dont je voulais observer la ponte, pondirent aussi pendant la nuit. Il y a sans doute là un fait très fréquent chez les Araignées.

du nid au moyen de fils de soie. Tout d'abord elle ne s'interrompit pas pour venir fermer l'ouverture que j'avais pratiquée dans la paroi du nid afin de pouvoir en observer l'intérieur, mais, un peu plus tard, elle quitta son cocon pour venir accomplir cette besogne.

La durée du développement embryonnaire, dans cette espèce, est d'environ trois semaines.

Bien que restant enfermées ordinairement dans leurs nids, les femelles en sortent assez souvent, surtout pendant la nuit. On constate en effet fréquemment, le matin, que dans les endroits où on les a déposés, les nids ont été rattachés aux objets voisins par des fils de soie qui n'existaient pas la veille. Mais toujours les ouvertures de sortie et de rentrée ont été ensuite refermées et il n'en reste pas de traces. On doit conclure de ce fait, que la vigilance de la femelle s'exerce non seulement à l'intérieur du nid, mais encore à l'extérieur. Il est évidemment avantageux, pour la progéniture, que le nid reste solidement fixé à la place favorable choisie au début par la femelle.

D'une manière générale, la femelle de *Ch. punctorium* se comporte, vis-à-vis de son nid et de sa progéniture, comme celle de *Ch. carnifex*. En effet, elle veille aussi avant tout à ce que la paroi du nid soit maintenue fermée ; elle ne donne que des soins d'ensemble aux œufs et aux petits; elle adopte le nid d'une autre femelle quand on l'a expulsée du sien ; elle s'efforce de reconstituer son nid autour de son cocon lorsqu'on l'a détruit ; elle n'emporte jamais son cocon quand on l'isole du nid ; elle attaque les autres femelles pour leur prendre leur nid ou se défend contre elles lorsque c'est le sien qui est en danger. Ces différentes manifestations de l'instinct qui pousse l'Araignée à protéger sa progéniture, s'observent en plaçant les femelles dans des circonstances analogues à celles qui ont été réalisées au sujet de *Ch. carnifex* dans les expériences décrites dans mon premier mémoire; je crois inutile de décrire de nouveau ces expériences, et je me bornerai à signaler quelques détails complémentaires capables de préciser davantage l'idée que l'on peut se faire de la psychologie des Chiracanthions.

Si l'on enlève une femelle de son nid et si on la place dans un bocal de verre, elle commence par parcourir celui-ci en tous sens, cherchant manifestement à retrouver son nid. Si, à ce moment, on introduit une Mouche dans le bocal, l'Araignée passe près d'elle sans y prêter attention, alors que, dans les conditions normales, elle la tue et la mange immédiatement. Si la Mouche importune l'Araignée en passant sur elle ou trop souvent près d'elle, celle-ci la tue mais l'abandonne aussitôt sans s'en occuper davantage. Ne retrouvant pas son nid, l'Araignée finit par s'isoler au fond du bocal, en construisant une toile

qui délimite un petit compartiment de celui-ci. La toile est concave du côté de l'Araignée et convexe du côté opposé .Le compartiment isolé représente assez bien, en dimensions et en forme, le nid normal du Chiracanthion On peut conclure de ces faits, que la séparation brusque d'avec le nid et la progéniture semble tout d'abord provoquer, chez l'Araignée, le besoin impérieux de retrouver ceux-ci. Ce besoin est tel qu'il neutralise pour ainsi dire celui qui, dans d'autres circonstances, pousserait le Chiracanthion à saisir la proie mise à sa portée.

Si l'on recommence l'expérience précédente en mettant au fond du bocal le cocon (préalablement détaché du nid) de la femelle sur laquelle on expérimente, ou d'une autre femelle de même espèce, l'Araignée isole *tout de suite* un petit compartiment, au moyen d'une toile construite comme précédemment. Elle se tient alors définitivement dans ce nid reconstruit et dans lequel aussi se trouve le cocon. Elle n'essaie jamais de déplacer celui-ci, mais elle lui donne certains soins comme elle le fait dans le nid normal (1).

Si, au lieu d'un cocon de *Chiracanthium punctorium*, on met dans le bocal un cocon qui en diffère beaucoup, par exemple un cocon de Théridion, on voit que la femelle, lorsqu'elle parcourt le bocal, s'arrête chaque fois près du cocon et semble l'examiner avec soin, le palpant avec ses palpes et avec ses pattes. Le même manège peut se répéter jusqu'à une dizaine de fois successivement. Puis, l'Araignée, mettant fin à ses hésitations, semble adopter le cocon, car elle file de la soie dessus de manière à l'attacher au fond du vase. Ensuite elle bâtit une toile pour délimiter le compartiment qu'elle habitera dorénavant, avec le cocon adopté.

La lutte que soutiennent deux femelles pour se disputer un nid, donne lieu à des remarques intéressantes, particulièrement quand l'une des Araignées est plus grosse et par suite plus forte que l'autre. Si l'on enlève de son propre nid la femelle la plus forte, pour la mettre en présence de celui de la femelle la plus faible, elle expulse ou tue toujours celle-ci et s'empare de son nid. L'inverse n'a pas lieu, car la femelle faible n'attaque que peu ou pas la femelle forte, s'il s'agit de la déloger de son nid. Mais, au contraire, elle se défend vigoureusement ou même attaque fortement s'il s'agit de disputer le nid auquel elle est habituée.

Pendant la lutte qu'elles soutiennent l'une contre l'autre, les femelles montrent les signes d'agitation (balancement du corps sur les

---

(1) Voir ma note : « Sur la manière dont se comportent les Araignées vis-à-vis de leurs œufs et de leurs petits. »

pattes, oscillations de l'abdomen) que j'ai signalés chez *Ch. carnifex*. Ils sont cependant, ordinairement, moins marqués que dans cette dernière espèce.

C. — Considérations générales sur quelques points de la Biologie et de la Psychologie des Chiracanthions et de quelques autres Araignées.

Bien que je me sois surtout borné, dans mon mémoire de 1904, à signaler des faits tels que je les avais observés, sans chercher beaucoup à les expliquer, j'ai attribué aux Araignées, dans les quelques considérations générales que j'ai alors présentées, des facultés psychiques plus parfaites que celles que je leur prête aujourd'hui. A mesure que mes observations devinrent plus nombreuses, en effet, j'acquis la conviction que beaucoup d'actes en apparence complexes exécutés par ces animaux pouvaient s'expliquer très simplement. Actuellement je suis convaincu, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte en lisant la fin de ce mémoire, que même les auteurs qui, comme Romanes, se sont efforcés, en traitant cette question fort délicate, d'éviter toute exagération, sont allés beaucoup trop loin. Assurément les Araignées sont des animaux déjà très évolués, mais leurs facultés psychiques sont certainement encore très peu développées. Il en résulte que je considère maintenant comme impropres, certaines expressions dont j'ai fait usage dans mon mémoire de 1904. Ainsi, j'ai écrit (p. 70) qu'une femelle placée dans un nid d'adoption *sait* que ce nid n'est pas le sien. Cette supposition est inutile, car, en réalité, l'Araignée ne défend pas le nid où elle vient d'entrer, que parce qu'elle n'est pas encore habituée à ce nid. Je ferai la même remarque au sujet des termes employés dans les lignes suivantes (p. 80) : « Dans cette circonstance, en outre, la pseudomère qui prend possession d'un nid qui n'est pas le sien, a parfaitement conscience de son acte ; elle sait et se souvient que ce n'est pas son nid qu'elle habite. » De même encore, les mots « colère » et surtout « souffrance » que j'ai employés (p. 80, 81 et 82) sont impropres (voir plus loin). Enfin je crois, comme je l'explique ci-après, qu'il y a lieu de renoncer à l'usage du mot « amour maternel » que je n'avais employé, du reste, que dans un sens bien défini.

a. Instinct de protection de la progéniture. — A la suite des observations rapportées dans mon mémoire de 1904, j'ai formulé, à propos de *Chiracanthium carnifex*, la conclusion principale suivante : « Dans cette espèce, on doit appeler « amour maternel », ou « attachement au nid », ou « amour de la progéniture », le penchant naturel qui pousse la femelle ayant pondu à rester dans son nid pendant la durée du déve-

loppement embryonnaire et pendant la jeunesse des petits, à donner certains soins à l'ensemble de ces derniers et à maintenir le nid fermé pendant tout le temps dont il s'agit ». Il résulte des nouvelles observations relatées dans le présent mémoire, que cette conclusion doit être non seulement maintenue en ce qui concerne *Ch. carnifex*, mais encore étendue à *Ch. punctorium*, ce qui n'a rien de surprenant puisqu'il s'agit de deux espèces très voisines.

Au sujet des termes à employer pour désigner l'instinct dont je viens de donner une définition, je dois maintenant faire une remarque importante. L'expression « amour maternel », très usitée à propos du penchant qui pousse beaucoup d'animaux à donner des soins à leur progéniture après la ponte des œufs ou la naissance des petits, est d'usage courant lorsqu'il s'agit des Araignées. Je citerai d'abord quelques lignes extraites d'un ouvrage qui traite la question plutôt au point de vue romanesque qu'au point de vue scientifique. Mais ces lignes ont été écrites précisément au sujet de *Chiracanthium carnifex*, et elles montrent bien jusqu'où peut entraîner l'emploi d'un mot utilisé à tort pour désigner un phénomène différent de celui pour lequel il a été créé. Voici les lignes en question : « Telles sont ces charmantes petites bêtes qui sont toute sensibilité, toute intelligence, tout cœur, et montrent un si grand amour pour leur progéniture.... Aussi, depuis, *je suis plein de respect* pour ces mères si dévouées à leur progéniture, et je proclame partout l'amour maternel des Araignées. (1) »

De même dans les ouvrages auxquels on ne peut dénier une valeur scientifique, le mot « amour maternel » est usité. Ainsi, dans « l'*Intelligence des Animaux* » (page 194), G.-J. Romanes s'exprime ainsi au sujet des Araignées : « Je citerai toutefois, comme témoignant de la force de l'amour maternel chez ces articulés..... » Le même auteur, dans « l'*Évolution mentale chez les animaux* », admet catégoriquement l'existence de « l'affection paternelle » chez les Insectes et les Araignées.

On peut certainement poser en principe, que le mot amour maternel ne saurait être applicable au cas des Araignées (comme aussi à beaucoup d'autres cas où on l'emploie) que si on lui donne un sens extrêmement général qu'il serait préférable de ne pas lui attribuer. Prise dans son sens strict, extrêmement difficile d'ailleurs à définir, cette expression ne peut guère s'appliquer qu'à l'espèce humaine et peut-être aussi à quelques animaux chez lesquels les fonctions mentales ont acquis un haut degré de perfection. Chez les êtres en question, il y a, de la

(1) E. Menault : L'amour maternel chez les animaux (p. 11).

part des parents, non seulement aptitude à donner des soins à la progéniture, mais encore à éprouver pour elle un « sentiment d'affection », phénomène inséparable de la présence de centres nerveux extrêmement évolués. *A priori* une telle aptitude ne semble pas pouvoir être attribuée à des animaux aussi inférieurs que les Araignées. En outre, malgré la sorte d'acharnement que celles-ci mettent parfois à défendre leur nid ou leur cocon ovigère, il n'en est pas moins vrai qu'elles ne reconnaissent individuellement ni leurs œufs, ni leurs petits (1). Comment donc pourraient-elles éprouver un sentiment d'affection pour ceux-ci ?

Le terme de « Philogéniture », employé par H. Milne Edwards dans son étude sur les fonctions mentales des animaux (2), et celui d' « attachement à la progéniture » ne sont pas non plus très heureusement choisis, car ils semblent supposer aussi l'existence d'un sentiment affectif chez les parents et prêtent, par suite, à la même confusion que le mot amour maternel (3).

Il me semble donc préférable de désigner l'instinct en vertu duquel les Chiracanthions (et aussi certainement les autres Araignées et la plupart des autres animaux) donnent certains soins à leur progéniture, simplement par l'expression « Instinct ou habitude de protection de la progéniture », expression qui ne préjuge rien sur la signification réelle des faits. On peut ainsi conserver au mot amour maternel sa véritable signification et n'en faire usage que quand il s'agit de l'espèce humaine et de rares animaux supérieurs. L'amour maternel se présente alors comme essentiellement caractérisé par l'existence d'un sentiment affectif n'apparaissant que chez les êtres où les facultés psychiques sont très perfectionnées, et grâce auquel, d'ailleurs, la progéniture peut recevoir, des parents, une protection souvent plus complète et parfaite que celle qu'elle reçoit chez les animaux à système nerveux moins évolué.

Dans un remarquable article sur « les Origines de l'amour maternel » (4), le professeur A. Giard a insisté récemment sur l'importance qu'il y a à ne pas attribuer aux animaux les idées propres à l'Homme, sous prétexte que l'on peut parfois constater chez eux des manifestations rappelant celles que l'on observe chez celui-ci. « Nous

---

(1) Voir ma note : « Sur la manière dont les Araignées se comportent vis-à-vis de leurs œufs et de leurs petits. »

(2) H. Milne Edwards. — Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparées de l'homme et des animaux, t. 13, page 526.

(3) H. Milne Edwards s'exprime en effet ainsi à propos de la philogéniture : « Les sentiments d'affection qui se développent ainsi, etc.... »

(4) *La Revue des Idées* (nº 16, 2e année).

constatons, dit-il, chez les êtres vivants, des manifestations qui, de près ou de loin, ressemblent à celles existant chez l'espèce humaine, dans les rapports entre la mère et la progéniture, et nous en induisons, par anthropomorphisme, qu'il doit exister, chez les êtres présentant ces manifestations, des idées analogues, sinon identiques, à celles des parents humains. Beaucoup de philosophes et même certains naturalistes ont ainsi interprété inexactement des particularités qu'ils supposaient correspondre à des états de conscience très complexes et qui peuvent s'expliquer facilement sans faire intervenir les éléments psychiques d'ordre supérieur. » En ce qui concerne les Arthropodes terrestres, Giard émet l'opinion suivante : « Je crois qu'il convient de montrer certaine défiance à l'égard des récits anthropomorphistes que l'on a souvent donnés des faits d'amour maternel observés chez les Insectes et les Arachnides. »

A ces remarques dont le bon sens ne saurait être contesté, et auxquelles je me rallie pleinement, j'ajouterai simplement ici que, conformément aux considérations que j'ai développées plus haut, et quelle que soit la difficulté que l'on puisse éprouver pour expliquer d'une manière satisfaisante les faits observés chez les Chiracanthions et autres Araignées, l'analyse de ces faits suffit à elle seule pour montrer qu'il n'y a pas, chez ces animaux, d' « affection maternelle » au sens propre du mot. On trouvera d'ailleurs, un peu plus loin, une explication rationnelle de ces faits qui ne fait intervenir aucun « élément psychique d'ordre supérieur ».

b. — Faculté de discernement. — La faculté de discernement peut présenter, chez les Araignées, un certain degré de développement, ainsi qu'il convient pour des animaux qui capturent, guettent et surprennent des proies vivantes. Mais on est tombé aussi, à ce sujet, dans de grandes exagérations. Je ne parlerai pas ici des nombreuses légendes qui courent à ce sujet, car elles reposent sur des faits mal observés ou mal interprétés. Je me contenterai de citer l'opinion de Romanes (Intelligence des animaux, p. 206). « Je crois pouvoir poser en principe, écrit cet auteur, que ces animaux savent distinguer entre les personnes qui les approchent ». Or il est facile de constater que si l'on traite les Araignées avec douceur, c'est-à-dire sans brusquerie et en évitant de leur causer aucun mal, ces animaux perdent très vite le sentiment de la peur qui, au début, est souvent très développé chez eux. Ce fait peut du reste s'observer chez un très grand nombre d'animaux appartenant à d'autres groupes que celui des Arachnides. Pour peu que l'on procure des proies aux Araignées que l'on veut « apprivoiser », il est de toute évidence qu'on parviendra à leur faire adopter

une attitude qu'avec un esprit prévenu on pourra prendre pour de la reconnaissance ou pour de l'attachement. Il y a alors simplement une adaptation nouvelle dont l'origine est dans l'avantage que l'Araignée tire directement de ses nouvelles habitudes. Du reste, le sens de la vue est beaucoup trop peu perfectionné, chez les Araignées, pour qu'elles puissent ainsi « reconnaître » les personnes, même à une très courte distance.

Néanmoins, et toute exagération mise à part, les Araignées donnent des preuves d'un discernement rudimentaire dans diverses circonstances, c'est-à-dire reconnaissent la présence de certains objets et font une distinction entre certains d'entre eux. Ainsi, les Théridions savent couper les fils de soie qui rattachent leur cocon aux parois de la feuille qui le contient, lorsqu'ils veulent l'emporter. Si l'on met un obstacle capable d'empêcher le transport du cocon, ils peuvent, dans de certaines limites, se débarrasser de cet obstacle (1). Dans ce cas, il ne viendra à personne l'idée de croire ces animaux capables de se livrer à de profondes réflexions avant de prendre une décision ; en tirant sur leur cocon au moyen de fils de soie ou en s'efforçant de le soulever au moyen de leurs pattes, ils éprouvent de la résistance et, par suite d'habitudes qu'ils ont couramment dans d'autres circonstances (se rapportant par exemple au transport des proies capturées) ils se mettent à couper les fils qui résistent et parviennent ainsi à assurer la mobilité du fardeau à transporter. De même, toutes les espèces qui, normalement, sont en contact direct avec leurs petits après leur naissance, les distinguent des autres animaux. Ainsi les femelles de *Théridium lineatum*, de *Pisaura mirabilis*, des *Lycosidæ* etc., bien que ne s'occupant pas de leurs petits pris individuellement, ne les confondent pas avec les animaux qu'elles prennent pour proie.

Chez les Chiracanthions, dont j'ai principalement à parler ici, les faits de discernement sont très nombreux à citer. Lorsqu'une femelle veut entrer dans son nid où l'on a laissé s'installer une autre femelle, elle s'arrête dès l'entrée du nid, quand ses yeux sont placés de manière à lui permettre de voir son adversaire. Il convient de remarquer que les Araignées ne sont alors qu'à une distance de quelques centimètres tout au plus l'une de l'autre.

Plusieurs des expériences que j'ai décrites indiquent aussi qu'une femelle de Chiracanthion, bien que toujours prête à s'emparer d'un nid quelconque, surtout s'il ne renferme aucune autre Araignée pour le défendre, distingue cependant le nid auquel elle est habituée (le

(1) Voir ma note : Sur les rapports des Théridions avec leur cocon ovigère.

sien propre ou un nid adopté depuis un certain temps) d'un autre nid, car elle défend mieux le premier que le dernier.

L' « hésitation » que met une femelle de *Ch. punctorium* à adopter le cocon d'un Théridion est aussi une indication en faveur de l'existence de la faculté de discernement chez l'Araignée en question. L'adoption finale du cocon étranger semble être alors une preuve non d'un manque de discernement, mais du besoin impérieux que l'Araignée éprouve de garder un cocon ovigère quelconque à défaut du sien.

Enfin l'abandon, par une femelle de *Ch. carnifex*, de son nid d'où on a enlevé le cocon, est encore une preuve que cette femelle sait distinguer un nid contenant un cocon, d'un nid qui n'en contient plus.

c. — Colère et souffrance (?) que pourraient éprouver les Araignées. — La manière dont se comporte la femelle de *Chiracanthium carnifex* quand on contrarie l'instinct qui la pousse à rester dans son nid et à soigner sa progéniture, particulièrement quand on introduit une autre femelle dans son nid ou quand on détruit ce dernier, m'avait fait supposer que l'Araignée en question pouvait éprouver soit de la colère, soit de la souffrance. A la suite des observations nouvelles que j'ai faites depuis la publication de mon premier mémoire, je dois abandonner dans une large mesure cette hypothèse, tout au moins en ce qui concerne la possibilité qu'auraient les Chiracanthions d'éprouver de la souffrance.

Suivant Romanes (Evolution mentale des animaux, page 352) la colère ne s'observerait que chez les Vertébrés, et le chagrin que chez les Mammifères les plus intelligents. Les Araignées ne pourraient donc, d'après l'auteur anglais, éprouver ni colère ni chagrin, ce qui peut sembler *a priori* assez plausible, puisqu'il s'agit d'animaux peu élevés au point de vue psychique. Cependant, l'excitation que manifeste une femelle de Chiracanthion qui se prépare à attaquer ou qui attaque une autre femelle placée dans son nid, ne peut-elle réellement être considérée comme la véritable marque d'un sentiment de colère ? Tout dépend assurément du sens que l'on convient de donner aux mots [1].

---

(1) Les termes dont on est obligé de se servir dans les études de psychologie animale, sont ceux que l'usage a consacrés à propos de psychologie humaine. Il en résulte que souvent ils s'appliquent à des phénomènes qui chez l'homme sont très marqués, tandis qu'ils le sont beaucoup moins chez les animaux. Aussi certains biologistes proposent-ils de supprimer tous les mots employés jusqu'ici en psychologie et de créer une nomenclature nouvelle. Cette manière de voir est certainement justifiée dans une certaine mesure, mais la réforme proposée se heurterait probablement à trop de difficultés au point de vue pratique, et il est sans doute préférable de conserver les anciens termes, tout en évitant de leur donner toujours nécessairement toute la signification qu'ils ont lorsqu'on les applique à l'espèce humaine. Du reste, et quoi qu'en pensent certains naturalistes *qui vont jusqu'à nier l'existence de la psychologie animale*, il est certain que certaines fa-

D'autre part, on peut trouver contradictoire que Romanes admette, pour les Araignées, d'un côté la possibilité d'éprouver de l'affection paternelle, et de l'autre l'impossibilité d'éprouver de la souffrance si cette dernière affection est contrariée. Il s'agit là en effet de deux facultés mentales qui semblent correspondre à un même degré de perfection des centres nerveux, et elles peuvent sans doute coexister chez la même espèce animale.

Mais, ainsi que je l'ai montré ci-dessus, il ne paraît pas possible d'admettre l'existense de « l'affection paternelle » chez les Chiracanthions. Il doit en être de même pour la « souffrance » ou le « chagrin ». Si parfois la femelle meurt sans quitter les débris de son nid (expérience 13 décrite dans mon mémoire de 1904), le fait s'explique par des raisons d'ordre purement physiologique. Il y a lieu de considérer séparément, à ce point de vue, les femelles qui demeurent dans leurs nids laissés en place dans les champs, et celles qui demeurent dans leurs nids apportés dans un appartement. Les premières se trouvent dans des conditions favorables relativement au milieu qui leur convient. Elles peuvent même peut-être encore parfois se saisir d'une proie, bien que le fait soit douteux, car si elles sortent du nid, c'est avant tout pour s' « assurer » que celui-ci reste bien fixé aux plantes auxquelles il est attaché. Quoi qu'il en soit, ces femelles conservent toute leur vitalité pendant qu'elles soignent leur progéniture. Celles qui sont conservées longtemps en captivité, au contraire, en perdent parfois une partie, par suite des mauvaises conditions de milieu dans lesquelles elles sont nécessairement maintenues. On remarque en effet qu'elles diminuent de grosseur et que leur abdomen notamment se ride plus ou moins. En outre, lorsqu'elles sécrètent beaucoup de soie (ce qui est le cas quand on détruit leur nid et qu'elles s'efforcent de le rebâtir) sans prendre d'aliments réparateurs, elles finissent par s'épuiser complètement. Ces remarques expliquent d'une manière satisfaisante les résultats en apparence contradictoires fournis d'une part par l'expérience 13 faite en 1904 sur une femelle conservée depuis longtemps en capti-

---

cultés mentales de l'homme se trouvent à l'état rudimentaire chez certains animaux, et alors n'est-il pas indispensable de les désigner par les mêmes termes ? Le système nerveux n'est-il pas constitué partout par les mêmes éléments doués des mêmes propriétés ? Et, même au point de vue morphologique, le système nerveux des animaux supérieurs n'a-t-il pas une structure pour ainsi dire identique à celle du système nerveux de l'homme ? « La psychologie, dit H. Milne Edwards (Lec. sur la Physiol. t. XIII, p. 363) est une branche de la physiologie ». L'idée est assurément exacte, et elle ne comporte pas de distinction fondamentale entre ce qui se passe chez l'Homme et ce qui se passe chez les autres animaux. Une nouvelle nomenclature se composerait donc de mots nouveaux dont beaucoup devraient s'appliquer à la fois à l'Homme et aux animaux. Autant alors conserver les anciens, en s'efforçant d'en faire un judicieux emploi.

vité et d'autre part par celles qui sont relatées ci-dessus et ont été faites sur des femelles récemment capturées. Pour cette raison, je crois donc devoir renoncer entièrement à l'hypothèse que les Chiracanthions peuvent éprouver de la souffrance.

d. Origine de l'instinct de protection de la progéniture. — J'ai suffisamment fait ressortir, dans mon premier mémoire, l'avantage que l'espèce retire d'un instinct tel que celui dont on constate l'existence quand on examine les rapports de la femelle de Chiracanthion avec sa progéniture, mais je n'ai pas cru alors pouvoir aborder l'étude de l'origine de cet instinct. Aujourd'hui mes observations sur diverses Araignées sont assez nombreuses, et comme elles ont été faites sur des espèces ayant des habitudes différentes, elles m'ont donné des résultats très variés qui fournissent de sérieux points d'appui pour l'explication même des faits constatés. Je puis donc maintenant aborder cette explication avec quelque chance de succès et essayer d'établir la signification véritable de l'instinct dont il s'agit.

Lorsqu'on prend connaissance des publications relatives aux mœurs des Araignées, on est immédiatement convaincu que des faits semblables à ceux que j'ai observés ne sont pas rares chez ces animaux et que peut être même des particularités plus remarquables encore que celles que j'ai signalées peuvent se rencontrer chez certaines espèces. Néanmoins je ne tiendrai guère compte ici que de ce que j'ai remarqué moi-même, parce que beaucoup des faits décrits depuis longtemps ont été les uns mal observés, les autres exagérés, et qu'en définitive beaucoup de détails dont l'importance, au point de vue de la question que j'envisage, est considérable, n'ont pas été rapportés avec assez de soin.

Je m'appuierai surtout, pour expliquer l'origine de l'instinct des Chiracanthions, non seulement sur mes observations relatives à ces Araignées, mais encore sur celles que j'ai faites sur *Agelena labyrinthica* Cl., sur les Théridions (*Theridium lineatum* Cl.), sur *Pisaura mirabilis* Cl. et sur les *Lycosidæ*.

Les *Agelena*, suivant E. Simon (Hist. nat. des Araignées, t. 2, p. 254), « ne vivent qu'une saison et filent, sur les herbes et les buissons bas, une très grande toile dont le milieu s'enfonce en entonnoir se terminant par un tube recourbé, à deux issues, qui sert de retraite ; c'est dans ce tube que la femelle fabrique, pour y déposer son cocon, une sorte de cellule close, de forme anguleuse, adhérant aux parois du tube par des piliers soyeux et de tissu léger, le plus souvent recouvert de particules de terre ; le cocon lui-même est plat et formé de

deux disques concaves de tissu blanc et serré, réunis par une suture circulaire ».

L' « attachement » d'*Agelena labyrinthica* pour sa toile a été remarqué depuis longtemps déjà. Walckenaer (Hist. nat. des Ins. aptères, t. 2, p. 22) écrit à ce sujet : « Clerck a remarqué que cette espèce n'abandonne pas facilement les toiles qu'elle a construites. Lorsqu'elles sont endommagées elle les raccommode, les consolide et les augmente sans cesse. »

Voici, très résumés, les résultats que j'ai obtenus en faisant d'assez nombreuses expériences et observations sur *Agelena labyrinthica.*

1° Une femelle prête à pondre est introduite dans un bocal de verre fermé incomplètement par un bouchon. Dans la nuit qui suit, l'Araignée construit dans le bocal une toile qui en occupe la plus grande partie, pond ses œufs, construit un cocon autour de ceux-ci, et *ensuite* commence à tisser la capsule qui doit entourer le cocon. Cette capsule est rattachée aux parties environnantes de la toile par de nombreux cordons de soie fortement tendus, ce qui lui fait prendre une forme polyédrique. La capsule et les cordons qui la tendent sont en soie d'une blancheur éclatante. La disposition relative de la toile, du cocon, de la capsule et des cordons est la même que chez les *Agelena* en liberté. A partir de ce moment, le bocal est débouché complètement : l'Araignée ne s'en ira plus. On constate que pendant la journée elle demeure dans l'intérieur du bocal, au voisinage de la capsule qui entoure son cocon, souvent même contre la face la moins éclairée de cette capsule. Mais pendant la nuit elle construit en dehors du bocal une toile s'étendant à une grande distance (20^{cm} ou même davantage). Cette toile est reliée à celle renfermée dans le bocal dont elle n'est que le prolongement. Chaque jour je détruis cette toile extérieure au bocal, mais chaque nuit l'Araignée la reconstruit.

Si l'on coupe un ou plusieurs des cordons qui tendent la capsule, l'Araignée ne les refait pas et laisse la capsule affaissée au milieu de la toile. Au bout de quelques jours cependant, une nouvelle enveloppe est tissée autour de la capsule primitive et rattachée à la toile par des cordons semblables à ceux portés par la première capsule.

2° Si l'on détache du reste de la toile une capsule avec son cocon et si on la place au fond d'un bocal, l'Araignée introduite dans ce dernier la laisse en place et ne fait aucune tentative pour la hisser au milieu de la toile qu'elle construit.

3° Soit en captivité, soit à l'état de liberté, la femelle d'*Agelena labyrinthica* ne s'occupe pour ainsi dire plus de sa progéniture lorsque le cocon et la capsule qui l'entoure ont été mis en place.

Mais par contre elle témoigne, pour sa toile, d'un « attachement » extraordinaire. Et, chose curieuse, cet attachement persiste avec *la même intensité* quand on enlève le cocon de la toile. C'est donc bien pour cette dernière et non pour la progéniture que l'attachement existe. En outre une femelle quelconque s'attache tout autant à la toile d'un autre individu de son espèce qu'à la sienne propre. Elle est, de plus, prête à combattre soit pour défendre sa toile, soit pour en conquérir une nouvelle quand on la prive de la sienne. Ici encore la femelle la plus forte expulse ou tue l'adversaire, non seulement s'il s'agit de défendre sa propre toile, mais encore s'il s'agit de prendre celle de l'adversaire. On peut emmener une femelle en captivité en l'emportant roulée dans sa toile ; en déroulant ensuite celle-ci et la fixant, avec des épingles, à un endroit convenablement choisi, de manière à lui rendre grossièrement sa forme primitive, l'Araignée ne l'abandonne pas et continue à l'habiter indéfiniment, surtout si on a soin de lui donner une proie de temps à autre.

4° Si l'on isole une femelle pendant un certain temps, huit jours par exemple, et si on la ramène ensuite sur sa toile, ou sur la toile d'un autre individu de son espèce, elle reprend immédiatement et définitivement possession de cette toile. Le résultat est exactement le même, qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas, sur celle-ci, de cocon ovigère.

Il résulte de ces faits, que la femelle d'*Agelena labyrinthica*, par suite certainement de tous les avantages qu'elle est habituée à tirer de la toile qu'elle sait construire (capture des proies, retraite dans les régions tubuliformes de la toile) ne quitte celle-ci que dans des circonstances absolument exceptionnelles.

Il convient de remarquer que si la femelle ne donne ici aucun soin direct à sa progéniture, celle-ci se trouve cependant protégée dans une certaine mesure, puisqu'elle est placée sur la toile habitée et défendue par la femelle.

J'ajouterai encore que les Hyménoptères entomophages parviennent néanmoins à pénétrer très fréquemment dans le cocon de cette espèce pour y pondre leurs œufs. Il n'est même pas rare d'en trouver plusieurs ensemble qui ont pu s'introduire dans le même cocon, malgré les enveloppes soyeuses qui entourent la masse d'œufs.

Les mœurs des Théridions, en ce qui concerne les rapports entre la femelle et la progéniture, sont ainsi décrites par E. Simon (Hist. nat. des Arachnides, t. I, p. 547) : « Ces Araignées se font remarquer par le soin qu'elle prennent de leurs cocons ; les espèces du groupe de *T. bimaculatum L.* et celles du genre *Theridula* le portent suspendu

aux filières, à la manière des *Lycosa*, mais le plus grand nombre le déposent au milieu de leur toile ; les unes le placent dans une feuille solidement roulée et maintenue par des fils (*T. lineatum Cl.*, *pallens Bl.*) ; d'autres construisent, au milieu même de leur toile, un petit abri spécial pour le recevoir..... Les espèces qui portent leur cocon aux filières n'en ont qu'un seul, toutes les autres en construisent plusieurs qu'elles placent à côté les uns des autres. »

Le Théridion que j'ai examiné (*Th. lineatum* et sa variété *ovatum*) place son cocon surtout dans les feuilles molles et larges des jeunes pousses de peuplier. Ayant déjà exposé les principaux résultats que j'ai obtenus en étudiant cette Araignée, je renverrai le lecteur à mes notes insérées dans le Bulletin de la Société de Biologie. J'ajouterai seulement quelques détails complémentaires qui n'ont pas trouvé place dans ces notes.

Il est important de remarquer que la femelle quitte ici son nid avec une extrême facilité, tandis qu'au contraire elle emporte son cocon malgré toutes les difficultés qui peuvent se présenter. Le cas présent est en quelque sorte l'inverse de celui de la femelle d'*Agelena labyrinthica*. Il s'explique très facilement, tout au moins en ce qui concerne l'abandon facile du nid, si l'on remarque que *Th. lineatum*, en dehors du moment de la reproduction, habite une simple toile, et que le nid n'est construit dans une feuille que par la femelle prête à pondre. Ce nid, extrêmement imparfait du reste, est donc un simple abri dans lequel la femelle, originairement tout au moins, trouvait seulement la tranquillité dont elle a besoin au moment de pondre ses œufs et de construire son cocon. L'hérédité et la sélection naturelle ont dû intervenir ensuite pour conserver et fortifier un dispositif favorable à la fois à la femelle et à sa progéniture. Cependant ici, l'Araignée est loin de recueillir, dans le nid où elle se tient provisoirement, des avantages aussi importants que ceux que l'Agélène labyrinthique tire de la toile qu'elle habite pendant toute son existence. En outre le nid, très grossier, peut être très facilement reconstruit ensuite au moyen d'une nouvelle feuille et de quelques fils de soie.

Les mobiles qui poussent la femelle de Théridion à quitter son nid sont d'ailleurs très simples et faciles à discerner. Quand on ouvre le nid, le sentiment de la peur et aussi l'habitude de se tenir de préférence dans l'obscurité, poussent l'Araignée à fuir ; quand le nid est placé dans un endroit trop sec, ou trop humide, ou trop peu aéré, ou trop chaud, en un mot dans des conditions anormales, l'Araignée, adaptée à des conditions de milieu différentes de celles où on la place,

cherche simplement, comme elle le fait dans toutes les autres circonstances, à quitter l'endroit où elle se trouve mal à l'aise.

Un point intéressant à noter est la lenteur avec laquelle la femelle de Théridion transporte son cocon quand elle quitte son nid. Ce fait tient à la complication du procédé qu'elle emploie ; en outre les Théridions, dans tous les actes qu'ils accomplissent, procèdent avec une lenteur qui contraste avec la grande agilité de beaucoup d'autres Araignées.

Lorsqu'une femelle de Théridion se prépare à transporter son cocon, on constate qu'elle s'éloigne souvent très loin de ce dernier (jusqu'à 40 ou 50 centimètres par exemple), mais le retrouve ensuite sans aucune hésitation. Le fait contraste ainsi fortement avec celui que l'on observe chez beaucoup d'espèces qui portent leur cocon avec elles, ne le quittent jamais, et ne savent plus le retrouver dès qu'on les en a séparées. On pourrait être tenté de croire que les Théridions sont doués d'une vue assez parfaite, mais il n'en est rien. On reconnait en effet que la femelle qui s'éloigne de son cocon lui reste toujours attachée par un fil de soie dont elle se sert pour aller ensuite le retrouver. Si l'on coupe le fil de soie en question, l'Araignée est incapable de retrouver son cocon ; elle le cherche vainement et ne le retrouve généralement pas, même si elle n'en est éloignée que d'une quinzaine de centimètres.

D'après la citation de E. Simon que l'on a lue ci-dessus, les Théridions qui ne portent pas leur ponte aux filières construiraient plusieurs cocons. Mes observations sur *Th. lineatum* m'obligent à dire que cette manière de voir n'est certainement pas susceptible d'application générale. En effet :

1° Dans l'espèce que j'ai étudiée, je n'ai jamais trouvé qu'un seul cocon dans le nid.

2° Le cocon est beaucoup plus gros que l'Araignée elle-même. Il contient environ 300 œufs dont le volume total correspond bien à la diminution de volume que subit l'abdomen à la suite de la ponte des œufs.

3° Dans un cas où j'ai observé la ponte, la femelle pondit tous ses œufs en une seule masse.

4° Dans les cas où j'ai isolé des femelles prêtes à pondre, je n'ai jamais trouvé qu'un seul cocon après la ponte.

Je dois maintenant rappeler, à ce sujet, que les femelles de Théridions s'emparent des cocons ovigères des autres individus de leur

espèce ou même d'espèces différentes [1]. Si j'ajoute que l'on trouve généralement de nombreux nids situés au voisinage les uns des autres (parfois j'en ai trouvé plusieurs douzaines sur une même touffe de jeunes pousses de peuplier), j'aurai certainement montré l'origine possible de l'erreur que l'on a certainement faite tout au moins pour certaines espèces.

Il reste un point important de l'histoire des Théridions que je ne veux pas laisser dans l'ombre. Lorsque la femelle quitte son nid dans les circonstances que j'ai indiquées, elle ne le fait jamais sans emporter son cocon. Il est de toute évidence que la progéniture retire avantage de cette habitude. En effet, transportée d'un endroit où les conditions de milieu sont devenues mauvaises, dans un autre où elles seront plus favorables, elles est maintenue dans les conditions normales qui conviennent aux embyrons en voie de formation [2]. Il est logique d'admettre que l'hérédité et la sélection naturelle ont agi pour conserver et perfectionner un mode d'action originairement adopté par certaines femelles. Mais quel avantage celles-ci pouvaient elles retirer de cette manière de se comporter vis-à-vis de leur cocon? Actuellement cet avantage n'apparaît pas clairement et même il semble qu'il serait plus avantageux, pour la femelle qui se trouve obligée de quitter son nid, de ne pas perdre un temps très long et de se dépenser en efforts considérables pour emporter son cocon. Mais, si l'on regarde comment *Th. lineatum* agit avec les proies qu'il capture, on constate qu'il les transporte depuis les points où il les prend, jusqu'à la partie centrale de la toile où il s'abrite, exactement suivant le même procédé compliqué que la femelle utilise pour transporter son cocon. Le parallélisme va même plus loin: si l'Araignée a plusieurs proies à transporter, elle les amène toutes au même point, exactement encore comme le fait une femelle pour les multiples cocons que l'on met en sa présence. Or, le transport de la proie en un point où l'Araignée peut la manger en toute sécurité est avantageux au premier chef, et l'habitude acquise de ce fait par *Th. lineatum* s'explique d'elle-même. Le procédé à première vue très compliqué et

---

[1] Voir ma note : Sur les rapports des Théridions avec les cocons ovigères des autres individus de leur espèce, etc.

[2] Cette considération n'est pas une simple vue de l'esprit. On constate en effet que dans les cocons ovigères conservés dans un appartement, le nombre des embryons qui périssent avant leur complet développement est considérable, alors qu'il est nul ou très faible dans les cocons laissés dans les conditions normales. On peut poser en principe que les embyrons ne peuvent se développer que si les conditions de milieu où ils sont placés ne diffèrent qu'extrêmement peu de celles où la femelle a l'habitude de les placer elle-même.

incompréhensible suivant lequel la femelle transporte sa ponte, repose donc en réalité sur un principe qui s'explique originairement par les avantages que les individus de l'espèce en retirent directement, en l'appliquant au transport des proies capturées. L'application de ce principe à un dispositif favorisant la progéniture n'a donc non plus rien de surprenant.

Chez *Pisaura mirabilis*, les rapports entre la femelle et la progéniture sont aussi fort intéressants. On sait depuis longtemps que certaines Araignées (Lycoses, Dolomèdes, etc.) ont l'habitude de porter avec elles leur cocon ovigère et de ne pas s'en séparer facilement. Tous les naturalistes connaissent l'observation de Bonnet qui, ayant jeté dans l'entonnoir d'une larve de Fourmilion une Lycose avec son sac à œufs, vit l'Araignée se laisser enterrer vivante plutôt que d'abandonner son cocon.

Le Dolomède admirable (*Pisaura mirabilis*), d'après Walckenaer (Histoire naturelle des Insectes aptères, t. 1, p. 356) « fait sa ponte en août. Il entoure, pour cet effet, les extrémités des branches ou des herbes d'une toile en dôme ou en ballon, de la grosseur du poing, ouvert par en bas, et place au milieu son cocon qui est globuleux, d'un blanc un peu jaunâtre et de la grosseur d'une groseille. Quand il quitte sa demeure, il emporte avec lui son cocon : il le tient serré contre sa poitrine et une partie de son ventre, au moyen de ses mandibules et de ses palpes. Dans son nid, il ne quitte point ses petits qu'ils ne soient éclos. Lorsqu'il est sur son cocon, rien ne l'effraie et il se laisse prendre plutôt que de l'abandonner. Dans tout autre temps il est farouche et fuit avec rapidité. Quand les petits sont éclos, ils restent agglomérés dans une des moitiés du cocon ouvert ou dans une partie du nid. Si on secoue ce nid, les jeunes Aranéides quittent aussitôt la portion du cocon où elles étaient blotties, et errent dans tout l'intérieur du nid ou de la toile. La femelle est souvent alors sur la surface externe de ce nid, sans qu'on puisse la contraindre à quitter sa toile ou à entrer dedans. »

E. Simon (Hist. nat. des Arachnides t. 2, p. 257) décrit un peu différemment les mœurs de *Pisaura* : « Les *Pisaura* et *Rothus*, dit-il, sont beaucoup plus errants et poursuivent leur proie à la course, comme les Lycoses ; la femelle porte son gros cocon globuleux dans ses chélicères; mais au moment de l'éclosion elle construit, au milieu des herbes, une vaste coque en forme de dôme ou de cloche, ouverte par le bas, de tissu léger et transparent ; elle dépose son cocon dans cette coque sans cesser de le garder assidûment, les jeunes s'y répandent et vivent quelque temps en société ».

Cette description est plus conforme à la réalité que celle de Walckenaer ; on ne comprend pas, en effet, que la femelle puisse quitter sa demeure pour y retourner ensuite, ou alors elle ne pourrait pas s'en éloigner beaucoup, sous peine de ne pouvoir la retrouver, et il est probable qu'alors elle n'emporterait pas son cocon.

On trouvera dans ma note « sur l'Origine de l'habitude qu'ont les femelles de certaines Araignées de porter leur cocon ovigère avec leurs chélicères » et dans la suivante, des renseignements assez nombreux sur *Pisaura mirabilis*. Je rapporterai cependant encore ici une observation que j'ai faite en 1904. Une femelle, rencontrée en liberté à la fin de juillet, et portant son cocon avec ses chélicères, fut emmenée en captivité, placée dans un bocal de verre et mise en observation. Elle vécut pendant plus d'un mois. Je pus constater qu'elle n'abandonnait jamais son cocon et le retenait énergiquement lorsqu'on tentait de le lui arracher. Elle ne prêta aucune attention aux Mouches qui, à différentes reprises, furent mises et laissées près d'elles, bien qu'elle fût à jeun depuis longtemps. Ayant remarqué, au bout d'une quinzaine de jours, que le cocon ovigère présentait un aspect quelque peu anormal, je l'ouvris et constatai qu'il ne contenait que de petits cocons provenant d'Hyménoptères entomophages dont les larves avaient dévoré les œufs de l'Araignée et étaient en voie de métamorphose. Ayant enlevé de force au Dolomède son cocon parasité, je lui présentai en échange un cocon de Théridion. L'Araignée se précipita dessus comme elle avait l'habitude de le faire pour son propre cocon et le garda avec la même énergie, sans jamais l'abandonner un seul instant. Plus tard je lui enlevai le cocon de Théridion et lui offris une petite boule de coton ; elle saisit celle-ci exactement de la même manière et la conserva, entre ses chélicères, jusqu'à sa mort.

Le fait de rencontrer une femelle de *Pisaura mirabilis* portant son cocon à la fin de juillet est exceptionnel, et dû à ce qu'il s'agissait d'un cocon parasité. C'est au contraire au commencement de juin que la femelle pond ses œufs ; elle porte ensuite son cocon pendant environ trois semaines, puis le dépose sur une toile qu'elle construit alors.

Les faits que l'on observe chez *Pisaura mirabilis* comportent différentes remarques dont voici les principales :

1° En emportant son cocon avec elle, la femelle place sa progéniture dans les conditions de milieu qui lui sont nécessaires, car ces conditions sont précisément celles que l'Araignée elle-même recherche.

2° Pendant que la femelle porte son cocon avec ses chélicères, il lui est impossible de capturer aucune proie. Il en résulte qu'à ce point de vue, l'habitude de porter son cocon paraît plutôt nuire directement à

l'Araignée. Mais on doit remarquer que ces animaux peuvent rester très longtemps sans manger, et l'étude précise des mœurs des espèces ayant l'habitude de porter leur cocon avec leurs chélicères, démontrerait que ces espèces peuvent rester sans inconvénient privées de nourriture pendant un temps au moins égal à celui pendant lequel elles gardent leur ponte [1].

3° La ténacité que met une femelle à conserver sa ponte fixée par ses chélicères, et l'empressement qu'elle met à se précipiter sur son cocon ou même sur un autre cocon ou un cocon artificiel, semblent bien, comme on l'a fait du reste, devoir être interprétés comme preuve d'un grand « amour maternel ». Pourtant, cette interprétation est certainement fautive. En effet, cette ténacité et cet empressement sont indispensables si l'on remarque que, la vue des Araignées ne leur permettant de voir qu'à une très courte distance, un de ces animaux qui ne tiendrait pas énergiquement son cocon, risquerait de le laisser tomber et de le perdre à peu près sûrement. On conçoit du reste qu'il puisse y avoir d'autres dispositifs s'opposant également à la perte du cocon ; tels sont les cas où celui-ci est attaché aux filières et où un fil le relie toujours à la femelle (Théridion). Les espèces adaptées à porter leur cocon avec les chélicères doivent donc nécessairement, à cause de la faiblesse de leur vue, le garder énergiquement, ne pas l'abandonner et se précipiter dessus lorsque, en ayant été séparées, elles viennent à se trouver près de lui. Pour les mêmes raisons, ces espèces doivent se précipiter sur la proie qu'elles aperçoivent, et c'est en effet ce qui a lieu (voir à ce sujet mes notes indiquées plus haut).

4° Sur l'origine de l'habitude prise par *Pisaura mirabilis* et les autres espèces ayant les mêmes mœurs, de porter leur proie et leur cocon avec leurs chélicères, je renverrai aussi le lecteur à mes notes publiées récemment. Ces notes établissent que l'habitude dont il s'agit s'explique par le double avantage qu'elle procure à l'espèce et est liée au passage de la vie sédentaire à la vie nomade.

Pardosa hortensis (*Lycosidæ*) peut être prise comme exemple d'espèce où la femelle porte son cocon ovigère attaché à ses filières. Les principaux faits que j'ai constatés chez cette Araignée sont les suivants :

1° Si l'on enlève le cocon des filières, l'Araignée le saisit, si elle le peut, avec ses chélicères, et prend la fuite en le portant ainsi. Cependant elle ne tarde pas à le replacer bientôt contre ses filières.

2° Une femelle ne prend jamais qu'un cocon à la fois ; elle ne prête

[1] Voir ma note : sur le pouvoir qu'ont les Araignées de rester pendant de longues périodes sans prendre aucune nourriture.

aucune attention à ceux qu'on lui présente tant qu'elle a le sien.

3° Si on lui enlève son cocon, elle accepte immédiatement n'importe quel autre cocon de même espèce que le sien. Si on lui présente plusieurs cocons, parmi lesquels le sien propre, elle saisit n'importe lequel d'entre eux.

4° Si l'on présente à une femelle qui n'a pas encore pondu, un cocon d'une femelle de son espèce, elle peut le prendre pendant un court instant avec ses chélicères, mais elle ne tarde pas à l'abandonner. Il semble que le penchant qui poussera l'Araignée à prendre son cocon quand il sera construit, commence déjà à paraître avant la ponte.

5° Si l'on isole pendant un certain temps une femelle à qui on a arraché son cocon, elle paraît perdre assez vite le besoin de reprendre sa ponte. Dans un cas j'ai constaté qu'en moins de 3 jours ce besoin était disparu complètement.

La manière dont les *Lycosidæ* portent leur cocon se rattache à celle dont *Pisaura mirabilis* garde le sien et s'explique de même (voir ma note : « Sur l'origine de l'habitude qu'ont les *Lycosidæ* de porter leur cocon ovigère attaché aux filières »). Mais il est important de remarquer que les espèces qui portent leur cocon aux filières conservent la possibilité de capturer des proies et de se défendre autrement que par la fuite, par l'usage de leurs pièces buccales. Ici donc, à ce point de vue spécial, la progéniture et la femelle elle-même sont plus favorisées que dans les espèces qui portent le cocon avec les chélicères.

L'habitude qu'ont les *Lycosidæ* de porter leur cocon avec elles a été envisagée, par A. Giard, d'une manière différente de la mienne. Dans son article sur « les origines de l'amour maternel », cet auteur écrit :

« On sait le soin avec lequel certaines Arachnides du genre Lycose et certaines *Pardosa* transportent leurs pontes sur le dos sans jamais l'abandonner dans leur vie vagabonde. Ces Araignées sont exposées aux attaques d'un grand nombre de parasites et je suis fort porté à croire que l'attachement qu'elles témoignent pour leur sac à œufs n'est pas complètement désintéressé. Celui-ci constitue une sorte de protection qui peut dérouter l'ennemi par sa couleur différente de celle de la mère ou détourner sur les jeunes l'attaque des Hyménoptères parasites. »

Mes observations sur *Pisaura mirabilis* montrent que certains Hyménoptères entomophages peuvent s'attaquer aux œufs du cocon tout aussi bien sans doute que si ce dernier n'était pas porté par la femelle. Mais à défaut du cocon, ces Hyménoptères s'attaqueraient-ils à cette dernière ? Et ne sont-ils pas plutôt habitués à attaquer uniquement les œufs ? En outre, comment admettre que la sélection naturelle ait laissé ainsi s'établir une habitude nuisible à la progéniture ? Il est cer-

tain qu'une étude très détaillée des parasites qui s'attaquent soit à l'Araignée, soit aux œufs, soit aux deux indifféremment, permettrait seule de résoudre définitivement la question, mais il est permis de croire que ce serait dans le sens contraire à l'opinion de Giard.

Revenons maintenant aux Chiracanthions, et cherchons à expliquer, en nous appuyant sur les faits qui viennent d'être signalés, les particularités de l'instinct qui pousse ces Araignées à protéger leur progéniture. Il est d'abord de toute évidence qu'il importe de connaître les mœurs de ces animaux en dehors de l'époque de la reproduction. Dans leur ensemble ces mœurs sont approximativement connues. D'après E. Simon (Hist. nat. des Araignées, t. 2, p. 81) « la coque des Chiracanthions, plus ou moins engagée au milieu des tiges et des feuilles des buissons, très souvent dans un épi recourbé de graminée, est ovale, comprimée ou presque arrondie et ouverte par le bas.... Les Chiracanthions déposent leur cocon dans leur coque à la manière des *Clubiona*, ou *construisent pour le recevoir une coque spéciale d'incubation sans issue* ».

Je puis compléter ces informations en disant qu'il résulte de mes observations, que les Chiracanthions et les Clubiones se tiennent dans des coques qui ne sont pas toujours ouvertes mais souvent fermées. Ils en sortent facilement, mais en captivité ils ne s'y montrent pas très attachés.

On peut admettre que, dans l'échelle des diverses formes d'instincts relatifs à la protection de la progéniture que j'ai décrites ci-dessus, l'instinct des deux espèces de Chiracanthions qui font l'objet principal du présent travail, se place entre celui d'*Agelena labyrinthica* et celui de *Théridium lineatum*. Habitués déjà à habiter une coque ouverte ou fermée et à tirer de ce fait certains avantages, *Chiracanthium carnifex* et *Ch. punctorium* se montrent ensuite très « attachés » au nid qui contient leur progéniture, surtout quand ils y sont renfermés depuis un certain temps. Giard, dans l'article mentionné plus haut, écrivit, en parlant du « complexe affectif » mis en relief par mes premières observations sur *Ch. carnifex*, les lignes suivantes : « On peut se demander si l'attachement à un domicile habituel n'entre pas pour une bonne part dans ce complexe affectif. » On voit que dans une certaine mesure il en est bien ainsi, et le cas instructif d'*Agelena labyrinthica* ne laisse aucun doute à ce sujet. Le fait qu'une femelle reste pendant un certain temps dans son nid privé de cocon le prouve également.

Toutefois l'attachement des Chiracanthions à un domicile habituel

n'explique qu'une faible partie des faits que j'ai signalés et on doit faire intervenir d'autres considérations pour expliquer le reste. La coque dans laquelle vivent les Chiracanthions avant l'époque de la reproduction est très petite. L'avantage que la femelle et la progéniture tirent du fait qu'une nouvelle coque beaucoup plus grande est construite au moment de la ponte est important, car la femelle et le cocon ne pourraient tenir aisément dans l'ancienne construction. La fermeture toujours hermétique du nouveau nid s'explique bien encore par la tranquillité qu'elle assure à la femelle au moment de la ponte des œufs et de la construction du cocon. La sélection naturelle a dû entrer en jeu ici encore, et assurer le perfectionnement de dispositifs favorables à la femelle et à sa progéniture. Elle a dû aussi agir pour favoriser le penchant qu'avaient certaines femelles à rester renfermées dans leur nid et à *le réparer*, même après la ponte des œufs.

L'adoption d'un nid contenant les œufs ou les petits d'une femelle quelconque, par une autre femelle, s'explique, comme pour toutes les autres Araignées, par cette remarque que, chez ces animaux, la faculté de discernement est extrêmement faible, l'attachement au nid habituel très accentué, et le sentiment du « bien propre » complètement inexistant

Quant à la prudence, à la patience et à la férocité dont font preuve les femelles qui défendent leur nid légitime ou non, on les trouve, chez ces animaux, dans toutes les circonstances habituelles de l'existence.

Pourtant, il reste un fait plus difficile peut être à expliquer. Les femelles renfermées dans leur nid avec leur cocon ovigère ne restent pas absolument indifférentes vis-à-vis de lui. J'ai constaté qu'elles peuvent lui donner certains soins, par exemple en déchirer la paroi quand l'air qui l'entoure n'est pas suffisamment renouvelé, ou peut-être est trop sec. De nouvelles observations plus complètes sont nécessaires pour bien élucider cette question. Je dois faire remarquer d'ailleurs que s'il en est bien ainsi que je viens de l'indiquer, c'est certainement à la suite de la gêne que les Araignées ressentent elles-mêmes quand elles sont dans de mauvaises conditions de milieu, qu'elles agissent sur leur cocon de manière qu'il en résulte une modification avantageuse pour les embryons qu'il contient. On sait que chez les Fourmis, les ouvrières donnent aux larves et aux nymphes dont elles s'occupent, des soins très parfaits et veillent de très près à ce qu'elles soient dans un milieu convenablement humide et aéré. Il y aurait chez les Chiracanthions un phénomène analogue mais beaucoup moins marqué que chez ces Hyménoptères sociaux.

Ainsi, et je terminerai par cette réflexion, les phénomènes biologiques ou psychologiques que l'on peut observer chez les Araignées, peuvent s'expliquer non pas en supposant ces animaux doués de facultés mentales parfaites, mais en invoquant simplement les avantages que l'espèce a retirés ou retire encore d'adaptations utiles tantôt à la mère, tantôt à la progéniture, tantôt aux deux à la fois. Nul doute qu'une connaissance plus approfondie des mœurs si variées des diverses espèces ne conduise à une compréhension tout aussi simple des quelques faits qui actuellement paraissent encore difficilement explicables.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

GIARD (A.) 1905. — Les origines de l'amour maternel. (*La Revue des Idées*, n° 16.)

LÉCAILLON (A.) 1904.— Sur la Biologie et la Psychologie d'une Araignée (*Chiracanthium carnifex* Fabr.). (*L'Année psychologique*, t. X.)

— 1904. — Sur les rapports des Théridions avec leurs cocons ovigères. (*Comptes rendus des séances de la Soc. de Biologie*, 1904, n° 34.)

— 1904. — Sur la manière dont se comportent les Théridions avec les cocons ovigères des autres individus de leur espèce, avec ceux d'espèces différentes et avec des cocons artificiels. (*Comptes rendus des séances de la Soc. de Biologie*, 1904, n° 35.)

— 1904. — Sur la manière dont les Araignées se comportent vis-à-vis de leurs œufs et de leurs petits. (*Comptes rendus des séances de la Soc. de Biologie*, 1904, n° 36.)

— 1905. — Sur le pouvoir qu'ont les Araignées de rester pendant de longues périodes sans prendre aucune nourriture (*Compt. r. des séances de la soc. de Biol.*, séance du 24 juin)

— 1905. — Sur l'origine de l'habitude qu'ont les femelles de certaines Araignées de porter leur cocon ovigère avec leurs chélicères. (*Compt. r. des séances de la Soc. de Biol.*, séance du 1er juillet)

— 1905. — Sur l'origine de l'habitude qu'ont les *Lycosidæ* de porter leur cocon ovigère attaché aux filières. (*Comptes r. des séances de la soc de Biol.*, séance du 8 juillet).

LÉCAILLON (A.) 1905. — Sur les mœurs d'*Agelena labyrinthica* Cl. (*Bull. de la soc. entom. de France*, 1905.)

H. MILNE EDWARDS. — Leçons sur l'anatomie et la physiologie com-
— parées de l'Homme et des Animaux, t. 13.

ROMANES (G.-J.) 1889. — L'Intelligence des Animaux, avec préface de M. Perrier sur l'Evolution mentale chez les Animaux. (*Bibliothèque scientifique internationale.*)

— 1884. — L'Evolution mentale chez les Animaux, suivi d'un Essai posthume sur l'instinct, par Ch. Darwin. (Traduction française de H. de Varigny.)

SIMON (E.). — Les Arachnides de France.

— Histoire naturelle des Araignées, 2e édition.

WALCKENÆR et GERVAIS. — Histoire naturelle des Insectes aptères.

STRUCTURE

D'UNE ITACOLUMITE TRÈS FLEXIBLE DU BRÉSIL

par L. CAYEUX

Professeur à l'Institut Agronomique
Professeur suppléant de Géologie à l'École des Mines.

On donne le nom d'*itacolumite* à une roche du Brésil, remarquable par sa flexibilité, et qui appartient à la famille des grès. Son gisement se trouve dans la région du pic d'Itacolumy, à la partie supérieure du système des gneiss et micaschistes.

Le type normal de l'itacolumite qui figure dans les collections de minéralogie est une variété de grès schisteux, très micacé, qui se divise en plaquettes flexibles, souvent fragiles. La mobilité des grains de quartz est assurée par les innombrables paillettes micacées qui les relient.

L'itacolumite que j'ai présentée à la Société philomathique réalise un type très particulier. C'est une roche grossière, grenue et très rugueuse au toucher. Les lamelles de mica y sont clairsemées et très petites ; la structure schisteuse qu'elles donnent généralement à l'itacolumite fait complètement défaut. L'échantillon forme une plaque régulière mesurant environ $0^{m}20$ de long, $0^{m}08$ de large et $0^{m}012$ d'épaisseur. Elle est douée d'une flexibilité exceptionnelle.

1) Suspendue par un fil passant par son centre de gravité, elle se déforme sous l'influence de la pesanteur, et dessine un arc, d'une flèche de $0^{m}012$.

2) Un bout de la plaque étant maintenu fixe, une simple pression des doigts suffit pour déplacer l'autre extrémité de 2^{cm} dans chaque sens.

3) Si l'on soumet les deux extrémités à un mouvement de torsion, la plaque se contourne et gauchit de façon très apparente.

4) Enfin, si après avoir saisi à pleine main l'une des extrémités de l'échantillon, on imprime à l'autre un mouvement oscillatoire rapide,

le déplacement des éléments constituants est tel qu'on perçoit nettement à un mètre de distance le bruit qui résulte du frottement des grains de quartz. Le mouvement, si énergique qu'il soit, ne compromet nullement la solidité de la plaque.

Les grains de quartz qui forment la masse principale de la roche paraissent juxtaposés aux faibles grossissements. Leur état d'agrégation est variable. Tous les cas observés se ramènent à deux :

1) Les grains ont une forme anguleuse et ils sont simplement posés les uns contre les autres. Un frottement énergique de la main suffit pour mettre en liberté les éléments de cette catégorie.

2) Les grains pourvus de contours très irréguliers émettent des prolongements qui s'enchevêtrent de façon à produire une véritable articulation. Deux grains étant en contact, l'un présente une entaille en forme de mortaise, l'autre un prolongement en tenon qui s'ajuste dans l'entaille, en laissant un vide à peine perceptible pour permettre aux éléments de se déplacer. Il n'est pas rare que les grains, en se groupant comme je viens de le dire, engendrent une articulation en tenon, susceptible de résister à de grands efforts de traction. Telle est la singulière association de nombreux grains de quartz qui explique la flexibilité tout à fait exceptionnelle de l'échantillon présenté à la Société philomathique. Le mica reste étranger à leur mobilité.

L'itacolumite en question rentre dans la catégorie des grès connus en géologie sous le nom de quartzites. Tandis que le grès est constitué par des grains desable, agglutinés par un ciment de composition quelconque, le quartzite ne comporte pas de ciment; ses éléments sont rigoureusement juxtaposés, sans interposition de vides. Entre l'itacolumite décrite et le quartzite banal, il n'y a qu'une seule différence fondamentale, c'est le décollement des particules de quartz qui leur laisse un certain jeu. Je considère cette itacolumite comme un quartzite dont les grains de quartz ont subi un léger retrait après cristallisation, d'où la formation des solutions de continuité qui en expliquent la flexibilité.

MISSION DE CRÉQUI-MONTFORT ET SÉNÉCHAL DE LA GRANGE

SUR LES PARASITES DES POISSONS DU GENRE *ORESTIAS*

par le Dr M. NEVEU-LEMAIRE
Agrégé des Facultés de Médecine.

Le genre *Orestias* appartient à la famille des *Cyprinodontidæ* ; il a été créé par Valenciennes (1) et comprend des poissons caractérisés surtout par l'absence complète de nageoires ventrales. Toutes les espèces de ce genre sont cantonnées dans les lacs les plus élevés de l'Amérique du Sud et dans les cours d'eau qui s'y déversent ; le nom même d'*Orestias* (Ορεστιας, nymphe des montagnes) rappelle l'habitat de ces animaux et la grande altitude à laquelle ils se trouvent.

Dans le cours de la Mission de Créqui-Montfort et Sénéchal de la Grange, dont je faisais partie, j'eus l'occasion de pêcher un assez grand nombre d'*Orestias* de différentes espèces et provenant tous du lac Titicaca (3812 mètres d'altitude), du lac Poopo (3694 mètres d'altitude) ou de leurs affluents. M. le Dr J. Pellegrin (2) a fait de ces poissons une étude fort intéressante ; je me bornerai ici à donner la description des parasites que j'y ai rencontrés.

En 1889, Moniez (3) avait déjà décrit un nématode : *Hedruris Orestiæ*, qu'il avait trouvé en disséquant un seul *Orestias* : *O. Mülleri* Cuvier et Valenciennes, provenant du lac Titicaca. Neuf *Hedruris* y étaient rassemblés en un même point de l'intestin moyen, tous bien séparés les uns des autres et parmi lesquels se trouvaient trois mâles et six femelles. Ces animaux étaient assez bien conservés ; malheureusement plusieurs d'entre eux avaient été coupés dans l'incision de l'intestin. Voici, d'après Moniez, la diagnose de cette espèce :

---

(1) Valenciennes, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, VII, 1839, p. 118.
(2) J. Pellegrin. Note sur les Poissons des lacs Titicaca et Poopo. *Bulletin de la Société zoologique de France*, XXIX, 23 février 1904, p. 90-96.
(3) R. Moniez, Recherches sur le genre *Hedruris*, à propos d'une nouvelle espèce *Hedruris Orestiæ*. *Revue biologique du Nord de la France*, no 10, 1er juillet 1889, p. 361-385, avec une planche, pl. VII.

Hedruris Orestiæ Moniez, 1889.

Description. — « Le corps mesure chez la femelle environ 7 millimètres de longueur sur une largeur de 400 μ dans la région postérieure, à la hauteur de la bourse; la tête mesure 100 μ de large. Le mâle ne dépasse pas 5 millimètres de long et sa plus grande largeur est de 225 μ, la tête atteignant presque les mêmes dimensions; toutes ces mesures étant prises sur l'animal comprimé dans une préparation. Le crochet, enfermé dans la bourse de la femelle, mesure, sans ses annexes, 125 μ de long, ce qui est exactement la longueur du crochet d'*H. androphora*. Les œufs mûrs, assez variables comme dimensions, mesurent d'ordinaire environ 32 μ, suivant leur grand axe et 10 μ dans l'autre sens; ils sont arrondis aux extrémités; l'œuf qui contient les embryons développés peut atteindre 42 μ de longueur environ sur un petit diamètre de 15 μ. »

Habitat. — *Hedruris Orestiæ* a été découvert dans l'intestin grêle d'*Orestias Mülleri*; je l'ai retrouvé, dans le même organe, chez une autre espèce : *Orestias albus* Cuvier et Valenciennes. Ce poisson avait été pris dans la partie du lac Titicaca, désignée sous le nom de lac d'Unimarca ou Petit Lac, aux environs immédiats du port de Huaqui (Station 147).

Hedruris Orestiæ était jusqu'à présent le seul parasite connu des poissons du genre *Orestias*. En disséquant plusieurs de ces poissons, j'ai trouvé deux autres parasites, appartenant l'un à l'ordre des cestodes, l'autre à celui des acanthocéphales ; le premier est une ligule, le second un échinorhynque.

Nos connaissances actuelles sur la classification des ligules sont trop incomplètes pour me permettre d'affirmer qu'il s'agit d'une espèce nouvelle; néanmoins je crois utile de considérer ce parasite comme une nouvelle variété, car on ne l'a pas encore rencontré chez les *Orestias* et c'est la première fois qu'on le signale dans cette région de l'Amérique du Sud. Aussi, en attendant une meilleure classification de ce groupe, je donnerai à la ligule de l'*Orestias* que je n'ai observée qu'à l'état larvaire, le nom de *Ligula simplicissima* var. *titicacensis*, nom qui aura au moins l'avantage de rappeler son habitat.

Quand à l'échinorhynque, c'est une nouvelle espèce que j'ai décrite sous le nom d'*Echinorhynchus Orestiæ* (1).

---

(1) M. Neveu-Lemaire, sur un nouvel acanthocéphale (*Echinorhynchus Orestiæ* nov. sp.), parasite des poissons du genre *Orestias*. Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, LIX, 1er juillet 1905, p. 31.

Ligula simplicissima Rudolphi var. **titicacensis** nov. var.

Description. — Il s'agit, nous l'avons déjà dit, d'une ligule à l'état larvaire ; elle se présente sous l'aspect d'un ver blanchâtre, aplati, à peine strié extérieurement, et plus large à sa partie antérieure qu'à sa partie postérieure (fig. 1). Etalé, le parasite mesure 4 centimètres 25 de long sur environ 3 millimètres de large, dans sa partie moyenne.

Habitat. — Cette larve de ligule était hébergée par un jeune *Orestias Agassizi* Cuvier et Valenciennes var. *Crequii* Pellegrin. A elle seule elle occupait presque toute la cavité générale du poisson, étant repliée trois fois sur elle-même. Le poisson ne mesurait pas plus de 3 centimètres 75 ; il était par conséquent moins long que son parasite.

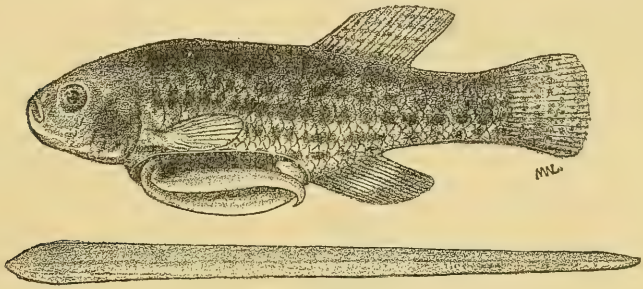


Fig. 1. — En haut, *Orestias Agassizi* var. *Crequii* avec la ligule dans sa cavité abdominale, grossi 2 fois ; en bas, *Ligula simplicissima* var. *titicacencis*, également grossie 2 fois.

La figure ci-jointe montre d'ailleurs la position de la ligule dans l'abdomen de l'*Orestias* et les dimensions relatives de l'hôte et du parasite.

Les ligules vivent généralement à l'état larvaire dans la cavité abdominale des poissons, qui présentent un développement exagéré du ventre ; après un temps plus ou moins long, elles apparaissent à l'extérieur, un peu en avant de l'anus, et s'échappent au dehors par effraction à travers les parois de l'abdomen. Le poisson infesté meurt quelquefois, mais le plus souvent il survit.

Une fois libre, la ligule vit quelque temps dans l'eau, où elle peut être avalée soit par un autre poisson, soit par un oiseau aquatique, Dans le premier cas elle est digérée ; dans le second elle poursuit son développement. Le plus souvent la ligule arrive dans le tube digestif de l'oiseau avec le poisson qui l'héberge ; elle parvient alors à l'état adulte, met en liberté un grand nombre d'œufs et ne tarde pas à mourir.

Les œufs, arrivés dans l'eau, tombent sur la vase, et il en sort bientôt un embryon héxacanthe muni de cils vibratiles, qui, ingéré par un poisson, donne naissance à une larve qui grossit et envahit la cavité abdominale de son hôte. Telle est le cycle évolutif des ligules.

La larve qui nous occupe était hébergée par un poisson pêché dans le lac Titicaca, aux environs de Chililaya situé sur les bords du Petit Lac (Station 29). Il est probable que l'adulte est parasite des oiseaux aquatiques de cette région. En effet j'ai rencontré dans le tube digestif d'un plongeon de grande taille (*Podiceps* sp.?) (1), tué dans les mêmes parages (Station 10), une ligule, qui est vraisemblablement l'adulte de la forme larvaire que nous venons de décrire. Les plongeons, et probablement aussi d'autres oiseaux aquatiques, s'infecteraient en mangeant les *Orestias* contaminés.

Echinorhynchus Orestiæ Neveu-Lemaire, 1905.

Description. — Je ne décrirai ici que la femelle, n'ayant pu observer

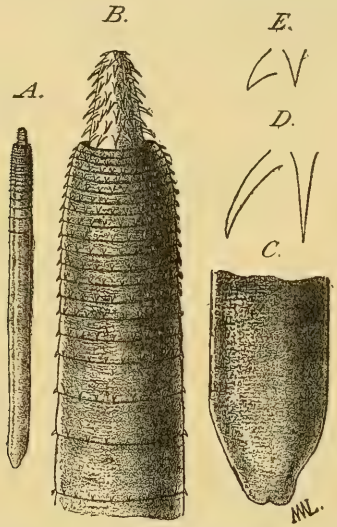


Fig. 2. — A. *Echinorhynchus Orestiæ*, grossi 5 fois; B. extrémité supérieure, grossie 25 fois ; C. extrémité inférieure grossie 25 fois; D. crochet de la trompe, vu de face et de profil ; E. crochet de la partie supérieure du corps, vu de face et de profil.

le mâle. C'est un petit ver de couleur jaunâtre, cylindrique et présen-

(1) Cet oiseau est appelé *Zabullidor* par les Espagnols et *Keñokalla* par les Indiens aymaras.

tant à peu près le même diamètre sur toute sa longueur (fig. 2, A) ; il mesure 9 millimètres de long et sa largeur dans la partie moyenne du corps est de 0 millimètre 6. La cuticule examinée à l'œil nu ou à la loupe, semble lisse, mais, si on l'observe à un fort grossissement, on constate que le quart supérieur du corps présente une fine striation. Ces stries sont de plus en plus écartées les unes des autres, à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité inférieure (fig. 2, A et B). La partie supérieure striée est garnie de petits crochets coniques (fig. 2, E) ; il en existe dix-neuf rangées. L'extrémité supérieure se continue par une trompe rétractile, munie de crochets acérés plus longs que ceux de la partie supérieure du corps (fig 2, B et D). La trompe mesure 0 millimètre 5 de long, sur 0 millimètre 2 de large dans sa partie moyenne ; les crochets qu'elle présente sont disposés en rangées, qui sont au nombre d'une douzaine environ; je n'ai pu les compter exactement, la trompe n'étant pas complètement dévaginée. Il n'y a pas de cou distinct. La cuticule est lisse dans les trois quarts inférieurs du corps et l'extrémité inférieure est obtuse, conique et tronquée à la partie terminale (fig. 2, C).

Habitat. — Je n'ai recueilli que deux exemplaires femelles ; ils se trouvaient dans l'intestin d'*Orestias Tschudii* Cuvier et Valenciennes, pêché dans le lac Titicaca près de Huaqui, sur les bords du Petit Lac (Station 147).

Les *Orestias* se nourrissent pour la plupart de petits crustacés, particulièrement d'amphipodes appartenant au genre *Hyalella*, qui sont très nombreux dans les eaux du lac. Aussi est-il vraisemblable d'admettre qu'*Echinorhynchus Orestiæ* vit à l'état larvaire chez différentes espèces du genre *Hyalella* et que les *Orestias* s'infestent en avalant les amphipodes contaminés. Nous savons en effet que la crevette d'eau douce (*Gammarus pulex*) héberge la larve d'*Echinorhynchus polymorphus*, parasite commun dans l'intestin grêle d'un grand nombre d'oiseaux d'eau de nos pays.

En résumé, voici la liste des parasites actuellement connus des poissons du genre *Orestias :*

Parasites.	Hôtes.
Cestodes : *Ligula simplicissima* var. *titicacensis*. .	*Orestias Agassizi* var. *Crequii*.
Nématodes : *Hedruris Orestiæ*.	*Orestias Mülleri*. *Orestias albus*.
Acanthocéphales : *Echinorhynchus Orestiæ*. . . .	*Orestias Tschudii*.

NOTE SUR LA NATURE DES CANALICULES DE HOLMGREN

DES CELLULES NERVEUSES D'HELIX

par **R. LEGENDRE**

Depuis quelques années, un grand nombre d'auteurs ont décrit dans le protoplasma des cellules nerveuses de divers animaux, des formations (réseau interne, canalicules, lacunes, vacuoles, etc.), auxquelles ils ont souvent fait jouer un rôle important dans la nutrition de la cellule.

M'occupant en ce moment de la structure des cellules nerveuses des *Helix* (*H. pomatia* et *H. aspersa*), j'ai été amené à étudier la nature des canalicules qui y ont été décrits.

En 1900, Holmgren a consacré un travail (4) à l'étude des *Saftkanalchen* des cellules nerveuses d'*Helix pomatia*. Il fixait les pièces par le sublimé picrique de Rabl et colorait par l'hématoxyline à l'alun de fer suivie de saürefuchsin-orange. Sur des coupes ainsi colorées, il décrivit l'aspect suivant : Les grosses cellules nerveuses sont entourées d'un tissu lâche qui, par la coloration à la saürefuchsin, se montre formé de cellules à petit noyau, richement ramifiées. En divers points de la périphérie des cellules nerveuses, pénètrent plus ou moins profondément des prolongements provenant sans aucun doute des cellules interstitielles ; ils s'y ramifient en branches toujours plus fines qui s'anastomosent de manières variées. Certaines de ces cellules interstitielles étoilées entourent de leurs prolongements une grande partie de la cellule nerveuse, et de ceux-ci partent des ramifications qui y pénètrent. Les prolongements du tissu interstitiel ont une prédilection pour la région située entre le noyau et le cône d'origine ; ils se trouvent aussi sur le cône d'origine qu'ils pénètrent. Dans le cylindraxe, ces prolongements sont parallèles aux neurofibrilles ; ils sont allongés, se ramifient de temps à autre et s'anastomosent entre eux.

Les cellules nerveuses des ganglions buccaux d'*Helix* sont ainsi en-

tourées d'un riche réseau qui les pénètre ; ce réseau est formé par la fusion des prolongements ramifiés des cellules insterstitielles.

L'aspect de ces canalicules semble à Holmgren si net qu'il « ne peut citer aucune espèce d'animal où l'on puisse mieux voir la nature des *Saftkanalchen* ».

En 1901, Bochenek, quoique n'acceptant pas les hypothèses de Holmgren que nous examinerons plus loin, a décrit (1,2) les mêmes formations et signalé la pénétration de noyaux de névroglie dans le protoplasma des cellules nerveuses.

J'ai répété les préparations de Holmgren, et j'ai remarqué que le liquide de Rabl est un fixateur imparfait pour ce tissu. Les cellules des ganglions sous-œsophagiens d'*Helix* sont en effet assez difficiles à bien fixer. Les plus grosses ont jusqu'à 200 μ de diamètre, et une fixation défectueuse les déforme tellement qu'il devient impossible d'affirmer que les aspects qu'on y observe ne sont pas artificiels. Or, j'ai toujours vu, dans les ganglions fixés par le liquide de Rabl, les cellules comme dissociées, séparées les unes des autres par de larges lacunes, tandis que d'autres fixateurs les montrent séparées seulement par de minces cloisons névrogliques. J'ai donc cherché un autre fixateur, et obtenu les meilleurs résultats avec le liquide de Lindsay Johnson et surtout le liquide D de Laguesse. Les colorations m'ont semblé beaucoup plus nettes en employant la safranine suivie de vert-lumière, qui, comme Mac Clure l'a déjà remarqué (8), colore les cellules nerveuses en rouge et le tissu interstitiel en vert. Sur de telles préparations, on voit nettement que les cellules nerveuses n'ont pas de membrane d'enveloppe ; leur surface externe est entourée par les filaments de névroglie qui l'enserrent étroitement. Ces filaments très fins sont les prolongements de cellules interstitielles dont le noyau ovale ou allongé est entouré d'une très mince couche de protoplasma d'où partent ces prolongements ; ceux-ci se ramifiant, donnent à ces cellules un aspect rappelant celui des cellules en araignée des Vertébrés (*).

Parfois, au niveau d'un de ces noyaux de névroglie, logé dans une dépression de la surface de la cellule nerveuse, on voit quelques très minces filaments qui pénètrent dans le protoplasma et parfois s'y ramifient. Ils se terminent à peu de distance de la surface et l'on ne peut déceler aucun canalicule sur leur parcours. Très rarement, un de ces filaments contient un noyau de névroglie.

(*) Cet aspect est très net quand on emploie la méthode à l'argent réduit de Ramon y Cajal. J'ai, en effet, essayé cette méthode sur les *Helix*, et si je n'ai pu jusqu'à présent obtenir d'imprégnations des neurofibrilles, j'ai eu, avec la solution à 1,5 % employée pendant 4 jours, de belles préparations du réseau névroglique péricellulaire.

La fig. 1 montre cet aspect dans une grosse cellule d'*Helix pomatia*. La cellule, dont la coupe n'intéresse pas le noyau, est pénétrée en di-

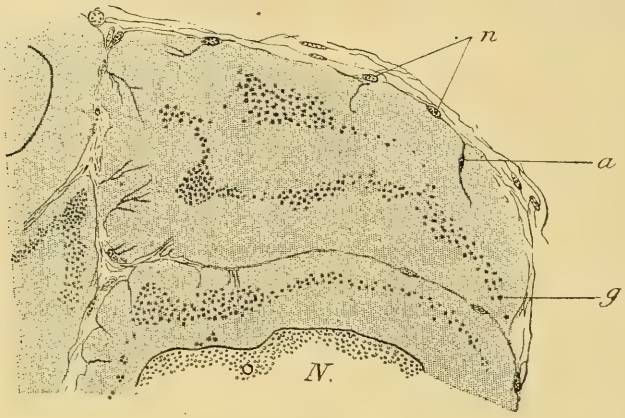


Fig. 1 — Cellule nerveuse d'*Helix pomatia*. N, noyau de cellule nerveuse ; *n*, noyaux de névroglie ; *g*, grains ; *l*, lacunes.
(Laguesse D — safranine, vert lumière.)

vers points par des filaments partant le plus souvent du voisinage des noyaux des cellules de névroglie externes ; l'un d'eux *a* présente même un noyau allongé émigré dans le protoplosma nerveux.

Cette structure est visible surtout dans la région d'origine du cylindraxe.

Rohde a déjà décrit (11) et figuré chez les Hirudinées des filaments névrogliques pénétrant dans les cellules nerveuses, mais il suppose qu'ils se continuent avec le spongioplasma réticulaire de leur protoplasma, simple tissu de soutien sans rôle fonctionnel, le hyaloplasma seul étant conducteur. Je ne crois pas à l'identité des fibrilles du protoplasma nerveux et de celles de la névroglie, car leur taille et leur colorabilité sont différentes.

Dans la même région du protoplasma des cellules nerveuses, on voit aussi des vacuoles plus ou moins régulières, disposées parfois en chapelet, ou des lacunes irrégulières, de dimensions très variables, communiquant entre elles, les plus externes s'ouvrant parfois à la surface dans les espaces intercellulaires. Ces lacunes sont sans parois propres ; elles renferment un liquide homogène sans granulations ; les grains chromophiles, ainsi que ceux que j'ai décrits précédemment (6), se trouvent toujours dans le protoplasma, hors de ces lacunes.

La fig. 2 représente une grosse cellule avec ces lacunes assemblées dans la région d'origine du cylindraxe.

Studnicka avait déjà signalé l'aspect vacuolaire de ces canalicules

Fig. 2. — Cellule nerveuse d'*Helix pomatia*. N, noyau de cellule nerveuse; *n*, noyau de névroglie ; *a*, un noyau de névroglie émigré ; *g*, grains. (Laguesse D — safranine, vert lumière.)

chez les *Petromyzon* et les *Myxine*, mais s'est rangé depuis à l'opinion de Holmgren ; Pugnat (10) chez l'embryon de Poulet au onzième jour, Mme Pewsner-Neufeld (9) chez le Rat, ont décrit des lacunes sans parois propres.

On ne voit aucune relation entre ces lacunes et les filaments névrogliques intraprotoplasmiques ou les noyaux des cellules interstitielles. Dans beaucoup de cellules à filaments névrogliques, il n'y a aucune vacuole.

Je ne puis donc accepter les idées théoriques de Holmgren. En effet, il croit les canalicules formés par les ramifications multipolaires, dans les cellules nerveuses, de cellules localisées hors de celles-ci. Ces prolongements s'y dilateraient, s'y dissoudraient et serviraient à la nutrition des cellules nerveuses. Holmgren termine son travail par cette hypothèse que, d'après ses recherches sur les cellules les plus diverses : génitales, musculaires, épithéliales, etc., il y aurait dans les tissus deux sortes de cellules distinctes au point de vue morphologique et physiologique : 1° des cellules d'une haute dignité physiologique et très hautement organisées, dont l'organisation trophique est confiée à

d'autres cellules moins nobles, dont elles dépendent; 2° ces cellules d'une faible dignité physiologique, sans organisation trophique, dont les canaux éventuels servent de voies nutritives aux premières.

Je ne puis admettre cette hypothèse, car, dans un ganglion, les cellules présentant ces formations sont peu nombreuses; puis je n'ai jamais vu de rapport entre les lacunes et les prolongements névrogliques; enfin cette conception est contraire à ce que nous savons de la nutrition cellulaire.

Je crois qu'il s'agit de deux formations distinctes. Les vacuoles sont peut-être excrétrices et se forment par accumulation des substances de déchet de l'activité cellulaire, comme l'a déjà supposé mon maître, M. le professeur Henneguy (3) D'ailleurs, beaucoup d'auteurs (Hodge, Van Durme, Guerrini, Pugnat, etc.) ont cité dans les cellules nerveuses de divers animaux, des vacuoles qui apparaissent à la fin de la phase de chromatolyse, après une période prolongée de fatigue, et Holmgren lui-même, dans un autre travail (5), fait remarquer le rapport intime qu'il y a entre la tigrolyse et la dilatation des *Saftkanalchen*. Les vacuoles, celles qui ne sont pas dues à un défaut de fixation, sont donc, plus vraisemblablement qu'un trophospongium servant à nourrir la cellule et existant constamment, des réservoirs temporaires qui se forment, après une période de désassimilation, par la réunion des produits de désagrégation que la cellule va expulser au dehors.

Quant aux filaments névrogliques, leur rôle pourrait être de soutenir les énormes cellules ganglionnaires et d'empêcher leur déformation pendant les contractions de l'animal? Ce rôle s'accorderait avec l'observation de Bochenek qu'ils ne présentent pas de différences sur des animaux tués l'été ou l'hiver.

De ces diverses recherches, il semble résulter que, fréquemment, le protoplasma des cellules nerveuses d'*Helix* est formé d'une zone périnucléaire où se trouve la majeure partie des neurofibrilles et de la substance chromophile, et d'une zone externe moins dense où se rencontrent les filaments névrogliques et les lacunes. Entre ces deux zones, sont groupés les grains que j'ai précédemment décrits.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bochenek (A.). — L'anatomie fine de la cellule nerveuse d'*Helix pomatia*. *C. R. de l'Assoc. des Anatomistes*, 3e session. Lyon, 1901.

2. Bochenek (A). — Contribution à l'étude du système nerveux des Gastéropodes (*Helix pomatia*). *Le Névraxe*, vol. III. 1901.

3. Henneguy (L.-F.). — Revue de Cytologie. *Année psychologique*, t. X, 1904.

4. Holmgren (E.). — Weitere Mittheilungen über die " Saftkanälchen " der Nervenzellen. *Anat. Anz.*, Bd. XVIII. 1900.

5. — Einige Worte über das " Trophospongium " verschiedener Zellarten. *Anat. Anz.*, Bd. XX. 1902.

6. Legendre (R.). — Sur la présence de granulations dans les cellules nerveuses d'*Helix aspersa* et leur cylindraxe. *C. R. Soc. Biol.*, 18 mars 1905.

7. — Sur la nature du Trophospongium des cellules nerveuses d'*Helix*. *C. R. Soc. Biol.*, 20 mai 1905.

8. Mac Clure (C.-F.-W.). — The finer structure of the Nerve Cells of Invertebrate. I. Gastropoda. *Zool. Jahrb.*, *Abth. Anat.* Bd. XI. 1898.

9. Pewsner-Neufeld (Rachel). — Ueber die Saftkanälchen in der Ganglienzellen des Rückenmarks und ihre Beziehung zum pericellulären Saftlückensystem. *Anat.*, *Anz.*, Bd. XXIII. 1903.

10. Pugnat (A.). — La biologie de la cellule nerveuse et la théorie des neurones *Bibl. Anat.* vol IX. 1901.

11. Rohde (E.). — Histologische Untersuchungen über das Centralnervensystem der Hirudineen. *Zool. Beitr. Schneider* vol. III. 1891.

12. Studnicka (F.-K.). — Ueber das Vorkommen von Kanälchen und Alveolen in Körper der Ganglienzellen und in dem Axencylinder einiger Nervenfasern der Wirbelthiere. *Anat. Anz.* Bd. XVI. 1899.

(*Travail fait au laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.*)

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE IV

Pages.

Comptes Rendus des séances 183

E.-L. Bouvier. — Sur la nidification d'une colonie d'Abeilles à l'air libre. 186

A. Guieysse. — Etude des cellules des tubes hépatiques de l'*Anilocra frontalis* Edw. 207

Ch. Gravier. — Sur les Néréidiens d'eau douce et sur une nouvelle espèce de ce groupe 212

A. Lécaillon. — Nouvelles observations sur la biologie et la psychologie des Araignées. 224

L. Cayeux. — Structure d'une itacolumite très flexible du Brésil 253

M. Neveu-Lemaire. — Sur les parasites des Poissons du genre *Orestias* Val. 255

R. Legendre. — Sur la nature des canalicules de Holmgren des cellules nerveuses d'*Helix*. 260

LE PRIX DES TIRÉS A PART EST FIXÉ AINSI QU'IL SUIT :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
	—	—	—	—	—	—	—
Une feuille	4.50	5.85	7.20	8.10	10.60	12.85	14.85
Trois quarts de feuille.	4 »	5 »	6.10	7 »	9 »	10.60	12.15
Une demi-feuille. . .	3 15	4 »	5 »	5.60	7.20	8.10	9 »
Un quart de feuille. .	2.70	3.60	4.25	4.75	5.60	6 30	5.85
Un huitième de feuille.	2 »	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	8 »
Plusieurs feuilles . .	4 »	5.40	6.30	7.20	9 »	11.70	14 »

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

1re série : 1789-1805	3 volumes in-4°
2e série : 1807-1813	3 volumes in-4°
3e série : 1814-1826	13 fascicules in-4°
4e série : 1832-1833	2 volumes in-4°
5e série : 1836-1863	28 fascicules in-4°
6e série : 1864-1876	13 fascicules in-8°
7e série : 1877-1888	11 volumes in-8°

Chaque année pour les Membres de la Société . . . . . **5** francs
— pour le public . . . . . **12** francs

Mémoires orignaux publiés par la Société Philomathique

A L'OCCASION DU

CENTENAIRE DE SA FONDATION

1788-1888

Le recueil des mémoires originaux publié par la Société philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation (1788-1888) forme un volume in-4° de 437 pages, accompagné de nombreuses figures dans le texte et de 24 planches. Les travaux qu'il contient sont dus, *pour les sciences physiques et mathématiques*, à : MM. Désiré André ; E. Becquerel, de l'Institut ; Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Institut ; Bouty ; Bourgeois ; Descloizeaux, de l'Institut ; Fouret ; Gernez ; Hardy ; Haton de la Goupillière, de l'Institut ; Laisant ; Laussedat ; Léauté ; Mannheim ; Moutier ; Peligot, de l'Institut ; Pellat. *Pour les sciences naturelles*, à : MM. Alix ; Bureau ; Bouvier ; Chatin ; Drake del Castillo ; Duchartre, de l'Institut ; H. Filhol ; Franchet ; Grandidier, de l'Institut ; Henneguy ; Milne Edwards, de l'Institut ; Mocquard ; Poirier ; A. de Quatrefages, de l'Institut ; G. Roze ; L. Vaillant.

En vente au prix de 35 francs.

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, A LA SORBONNE

Bar-le-Duc. — Imp. Comte-Jacquet, Facdouel, Dir.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

NEUVIÈME SÉRIE. — TOME VII

N° 5

1905

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE

1905

Le Secrétaire-Gérant,
H. COUTIÈRE.

Le Bulletin paraît par livraisons trimestrielles.

COMPOSITION DU BUREAU POUR 1905

Président : M. E.-L. Bouvier, 7, Boulevard Arago, Paris, XIIIe.

Vice-Président : M. Laisant, 162, Av. Victor-Hugo, Paris, XVIe.

Archiviste : M. Henneguy, 9, rue Thénard, Paris, Ve.

Secrétaire des publications : M. Coutière, 12, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VIe.

Vice-Secrétaire des publications : M. Neuville, 55, rue de Buffon, Paris, Ve.

Secrétaire des séances : M. Deschamps, 11, rue Du Sommerard, Paris, Ve.

Vice-Secrétaire des séances : M. Winter, 44, rue Sainte-Placide, Paris, VIe.

Trésorier : M. Rabaud, 104, rue d'Assas, Paris, VIe.

La Société Philomathique de Paris se réunit les 2e et 4e Samedis de chaque mois, à 8 h. 1/2, à la Sorbonne (salle de travail des Étudiants).

Les membres de la Société ont le droit d'emprunter des livres à la Bibliothèque de l'Université. Ils ont également droit, sur leur demande, à 50 tirages à part gratuits des Mémoires qu'ils publient dans le Bulletin.

Pour le paiement des cotisations et l'achat des publications, s'adresser à M. Vézinaud, à la Sorbonne, place de la Sorbonne, Paris, Ve.

EXTRAITS DES COMPTES-RENDUS DES SÉANCES

Séance du 22 juillet 1905.

PRÉSIDENCE DE M. MAHLER

Il est procédé à l'élection de M. Monpillard, comme membre correspondant dans la deuxième section. M. Monpillard est élu à l'unanimité des membres présents.

Sur une observation de M. Anthony, la Société émet l'avis unanime que la nomination d'un membre correspondant parisien devra être tout à fait exceptionnelle, et que celle de M. Monpillard ne saurait créer un précédent.

M. Noé fait une communication sur le poids des organes des mollusques céphalopodes. Plusieurs membres présentent des observations sur cette communication.

SUR LA
MORTALITÉ D'UNE COLLECTIVITÉ D'INDIVIDUS
DONT L'AGE EST ASSEZ PEU DIFFÉRENT [1]

par M. Edmond MAILLET.

Je me propose d'établir ici que cette mortalité peut, dans des cas étendus, être déterminée comme si tous les individus de cette collectivité, considérés depuis le temps $t = 0$, avaient pour âge à ce moment l'âge moyen de la collectivité.

Soient $k_1, k_2, \ldots, k_v$ individus d'âges $x_1\ x_2, \ldots, x_v$ au temps $t = 0$, avec $x_v < x_2 < \cdots < x_v$, la différence $x_v - x_1$ ne dépassant pas quelques années. Je suppose que

$$y = f(x)$$

représente pour cette catégorie d'individus la proportion du nombre des vivants à l'âge $x[f(0) = 1]$. Je veux savoir *combien au bout du temps* θ, *c'est-à-dire aux âges respectifs* $x_i + \theta$, *il y aura de survivants* N_θ *dans cette collectivité*. On a évidemment

$$N_\theta = k^1 \frac{f(x_1 + \theta)}{f(x_1)} + \cdots + k_v \frac{f(x_v + \theta)}{f(x_v)}.$$

Je pose

$$(1) \qquad \frac{f(x + \theta)}{f(x)} = \varphi(x, \theta),$$

$$(2) \qquad N_\theta = \Sigma k_i \varphi(x_i, \theta) = (k_1 + k_2 + \cdots + k_v)M.$$

La valeur de M est comprise entre la plus forte et la plus faible des valeurs $\varphi(x_1, \theta), \ldots, \varphi(x_v, \theta)$. D'ailleurs

$$\frac{\varphi'_x(x, \theta)}{\varphi(x, \theta)} = \frac{f'(x + \theta)}{f(x + \theta)} - \frac{f'(x)}{f(x)}.$$

---

(1) Cette note est la suite d'une première note « Sur la mortalité et la longévité des anciens Polytechniciens » dont un résumé a été présenté à l'Association française pour l'avancement des Sciences (Congrès de Grenoble, 1904), et qui est en ce moment à l'impression. Sa rédaction, que j'avais déjà en vue, a été hâtée par une objection de M. Quiquet, secrétaire de l'Institut des Actuaires français. J'ajouterai que M. Quiquet a commencé un travail analogue, inédit, sur la mortalité des anciens Normaliens ; mais il n'a pu encore le terminer.

Or $-\frac{f'(x)}{f(x)}$ n'est autre que le taux de mortalité à l'âge x. On peut admettre que, depuis l'âge de 15 ans, ce taux va à peu près constamment en croissant [1] ; par conséquent, $\varphi(x, \theta)$ étant positif, $\varphi'(x, \theta)$ est négatif. On le voit plus rigoureusement en convenant de ne prendre pour θ que des valeurs au moins égales à quelques années, 10 ans par exemple ; alors on est absolument sûr que

$$-\frac{f'(x)}{f(x)} < -\frac{f'(x+\theta)}{f(x+\theta)},$$

c'est-à-dire que $\varphi'(x, \theta)$ est négatif. Donc

$$\frac{f(x+\theta)}{f(x)} = \varphi(x, \theta)$$

est fonction décroissante de x. Il en résulte que, dans les limites considérées $(x \geqslant 10)$, à chaque valeur de $\varphi(x, \theta)$, θ étant donné, ne correspond qu'une valeur de x. L'équation (2) détermine une valeur de M, qui est alors égale à $\varphi(\xi, \theta)$, ξ étant un âge compris entre x_1 et x_v, mais qui peut varier avec θ. Par conséquent :

Le nombre des survivants au bout du temps θ dans la collectivité considérée peut être calculé, dès que $x_1 \geqslant 15$ ans, comme si tous les individus avaient un même âge ξ, ξ étant une fonction de θ.

Cet âge ξ, quand on connaît $k_1, k_2, \ldots, k^v$ et la loi de mortalité de la collectivité, pourra être calculé directement par la formule (2). Or la forme des courbes de mortalité usuelles est telle que l'on peut énoncer le résultat suivant, qui est le but principal de ma note :

Théorème. — *Pour presque toute l'étendue des tables de mortalité usuelles (jusqu'à $x_v + \theta = 95$ ans au moins), ξ est sensiblement indépendant de θ, et, de plus, se confond à peu près avec l'âge moyen à l'origine des temps des individus considérés* [2], *pourvu que cet âge moyen ne dépasse pas 40 à 50 ans.*

En effet, soit un âge ξ' intermédiaire entre x_1 et x_v; tant que la valeur absolue $|x - \xi'|$ de $x - \xi'$ n'est pas trop forte, on a, à une première approximation :

(1) Dormoyl, *Théorie des assurances sur la vie*, Paris, 1878, t. I, p. 110.

(2) Beaucoup de courbes déduites de l'observation de la nature jouissent de propriétés semblables pour des raisons similaires, parce qu'elles sont bien régulières ; dans les limites de la pratique, les fonctions naturelles qui en dépendent et dont on a besoin varient souvent d'une manière assez lente et dans le même sens pour de grands intervalles. Ceci permet fréquemment d'introduire avec succès des moyennes : ainsi, l'influence non immédiate des pluies d'un mois (même d'une saison), sur une nappe souterraine dépendra habituellement du total des pluies du mois (de la saison), à moins peut-être d'une répartition tout à fait exceptionnelle de ces pluies.

$$f(x) = f(\xi') + (x - \xi')f'(\xi') = C + D(x - \xi'),$$
$$f(x + \theta) = f(\xi' + \theta) + (x - \xi')f'(\xi' + \theta) = A + B(x - \xi'),$$
$$\varphi(x, \theta) = \frac{A + B(x - \xi')}{C + D(x - \xi')}, \qquad \varphi(\xi', \theta) = \frac{A}{C},$$
$$\varphi(x, \theta) - \varphi(\xi', \theta) = \frac{A + B(x - \xi')}{C + D(x - \xi')} - \frac{A}{C} = \frac{(BC - AD)(x - \xi')}{C[C + D(x - \xi')]}.$$

L'on a

$$C + D(x - \xi') = C(1 + \varepsilon),$$
$$\varepsilon = \frac{D}{C}(x - \xi') = (x - \xi')\frac{f'(\xi')}{f(\xi')}.$$

$-\dfrac{f'(\xi')}{f(\xi')}$ est le taux de mortalité à l'âge ξ', qui, pour les âges compris entre 15 et 50 ans, ne dépasse pas par an 0,015 à 0,02 ; si $|x - \xi'|$ ne dépasse pas 4 à 5 ans, la valeur absolue de ε ne dépassera pas 0,1, et sera même bien plus faible pour les valeurs de ξ' voisines de 15 à 30 ans ou celles de $|x - \xi'|$ ne dépassant pas deux ans. De plus ε changera de signe en même temps que $x - \xi'$. Par conséquent on pourra écrire à peu près

$$\varphi(x, \theta) - \varphi(\xi', \theta) = \frac{(BC - AD)(x - \xi')}{C^2(1 + \varepsilon)} = \frac{m(x - \xi')}{1 + \varepsilon};$$

d'après (1) et (2),

$$N_\theta = \varphi(\xi', \Sigma\theta)k_i + m\Sigma\frac{k_i(x_i - \xi')}{1 + \varepsilon_i},$$

$$N_\theta = \varphi(\xi', \theta)\Sigma k_i + m\Sigma k_i(x_i - \xi') + m\Sigma k_i(x - \xi')\left[\frac{1}{1 + \varepsilon_i} - 1\right].$$

On peut choisir ξ' d'après la condition [1]

$$\Sigma k_i(x_i - \xi') = 0, \qquad \xi' = \xi_1 = \frac{k_1x_1 + \cdots + k_vx_v}{k_1 + \cdots + k_v},$$

c'est-à-dire prendre pour ξ' *l'âge moyen* ξ_1 *de la collectivité à l'origine des temps*. La quantité

$$q = m\Sigma k_i(x_i - \xi_1)\frac{-\varepsilon_i}{1 + \varepsilon_i} = -m\Sigma k_i\frac{(x_i - \xi_1)^2}{1 + \varepsilon_i}\frac{f'(\xi_1)}{f(\xi_1)}$$

sera certainement petite relativement, car la somme des valeurs absolues de ses termes est au plus égale à

$$0{,}5\, m\Sigma k_i = 0{,}5\,\frac{|BC - AD|}{C^2}\Sigma k_i$$

(1) Ceci est valable jusqu'à au moins 90 ou 95 ans, c'est-à-dire jusqu'à au moins $x_v + \theta = 95$ ans. Pour être absolument rigoureux, on devrait dire : si la différence $x_v - x_1$ est suffisamment petite, ξ diffère de la valeur moyenne $\dfrac{k_1x_1 + \cdots + k_vx_v}{+ k_1 \cdots + k_v}$ d'une quantité d'ordre de petitesse supérieur.

environ, dont le rapport à $\varphi(\xi_1, \theta)\Sigma k_i$ est

$$0{,}5\,\frac{|f'(\xi_1+\theta)f(\xi_1)-f(\xi_1+\theta)f'(\xi_1)|}{f(\xi_1)^2}\cdot\frac{f(\xi_1)}{f(\xi_1+\theta)}$$

ou

$$0{,}5\left|\frac{f'(\xi_1+\theta)}{f(\xi_1+\theta)}-\frac{f'(\xi_1)}{f(\xi_1)}\right|,$$

qui n'est pas beaucoup supérieur à 0,1 jusque vers 90 ans, en valeur absolue.

Mais la quantité q sera souvent beaucoup plus petite, pourvu que les nombres $k_1, k_2, \ldots, k_v$ les plus forts soient ceux qui correspondent aux âges les plus voisins de ξ_1 (c'est ce qui a lieu par exemple pour les Polytechniciens entrés de 1872 à 1891, d'après les statistiques, et, en général, pour tous les Polytechniciens, d'après l'expérience commune); q sera encore plus petit si les quantités $k_1, k_2, \ldots, k_v$ sont assez peu différentes les unes des autres.

J'ai établi ainsi l'exactitude de mon énoncé : *à une première approximation, ξ est l'âge moyen à l'origine des temps* ($\theta = 0$), *et ne dépend pas de* θ.

On pourrait chercher quelle est l'influence de θ sur l'erreur commise en prenant pour ξ la valeur ξ_1, c'est-à-dire l'influence de θ sur la différence $\xi_1 - \xi$. Un exemple numérique va en donner idée.

Je vais donc procéder à une vérification numérique qui constituera d'ailleurs une démonstration directe suffisante pour tous les cas voisins du cas particulier que je vais envisager.

Soit une collectivité de 4829 individus comprenant

83, 456, 1312, 1980, 817, 45, 45, 45 et 46

individus de

17, 18, ..., 25

ans [1]. L'âge moyen ξ_1 est (pour $\theta = 0$)

$$\xi_1 = 19{,}79.$$

Je calcule directement l'âge ξ en supposant que la collectivité soit soumise à la loi de mortalité donnée par les tables du comité AF [2].

On obtient pour $\theta = 40$, $\xi = 19{,}79$: ξ_1 et ξ sont confondus ; pour $\theta = 70$, $\xi = 19{,}67$ [3].

---

(1) C'est la répartition des Polytechniciens entrés à l'Ecole de 1872 à 1891. En réalité, pour ceux qui avaient de 22 à 25 ans, je ne possède que le chiffre global 181 (renseignements extraits des statistiques de la Direction des études, et que M. Mercadier a bien voulu me communiquer).

(2) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, année 1903, p. 509.

(3) Voici les éléments du calcul :

Pour $\theta = 40$, $\varphi(x, 40)$ a les valeurs 0,650 ; 0,636 ; 0,623 ; 0,608 ; 0,593 ; 0,576 ; 0,559 ; 0,540 ; 0,520.

Pour $\theta = 70$, $\varphi(x, 70)$ a les valeurs 0,028 ; 0,021 ; 0,015 ; 0,011 ; 0,007 ; 0,005 ; 0,003 ; 0,002 ; 0,001.

Il est inutile de faire plus de calculs : les erreurs commises dans la détermination de la mortalité en attribuant à la fois à tous les membres de la collectivité l'âge moyen sont insignifiantes jusqu'à l'âge moyen de 90 ans au moins.

On obtiendra dès lors pour la collectivité une mortalité trop forte en prenant pour ξ un âge un peu plus faible que l'âge moyen, ici 19 ans par exemple. Ceci confirme les conclusions de ma note sur la mortalité des anciens Polytechniciens, conclusions que je reproduis ici :

D'après les statiques de la Société amicale de secours des anciens élèves de l'Ecole Polytechnique au 15 octobre 1903, j'ai pu déterminer pour chaque promotion, de 1831 à 1896, le rapport R du nombre initial d'élèves au nombre des vivants.

En admettant pour âge moyen des Polytechniciens à l'entrée à l'Ecole, dans la période considérée, 19 ans et un jour (chiffre plutôt trop faible) et comparant les valeurs de R avec les valeurs analogues déduites des tables de mortalité des Compagnies d'assurances pour les assurés français ou anglais (gens généralement bien portants), on conclut : *jusqu'à l'âge de* 70 *ans, la valeur de* R *est à peu près la même* (1). A partir de cet âge, R est plus faible pour les Polytechniciens qui, alors, se reposent presque tous : *après* 70 *ans, les Polytechniciens ont une tendance à la longévité.*

L'examen des chiffres de décès survenus parmi les anciens élèves de 1899 à 1901 et de 1901 à 1903, et leur comparaison avec ceux qu'on déduit des tables de mortalité pour la France semblent confirmer ce qui précède (2).

---

(1) Ceci malgré les carrières coloniales d'un certain nombre de Polytechniciens, et ce fait que, avant 1872, la carrière militaire, embrassée par un grand nombre, pouvait comporter un risque professionnel particulier,

(2) Ces conclusions ont été communiquées à l'Assoc. franç. pour l'avanc. des Sc., Congrès de Grenoble, 1904. (Bulletin mensuel, nov. 1904, p. 356.)

MÉTHODE ET APPAREIL DE DOSAGE
DANS LA FRANKLINISATION

Par L. BENOIST

On sait que le nom de *Franklinisation* a été donné à l'emploi médical de l'électricité statique. Contenu en germe dans les actions physiologiques produites par cet agent lors des expériences classiques de Cuneus de Leyde, de Nollet, de Franklin, etc., cet emploi fut préconisé à plusieurs reprises par différents médecins du XVIIIe siècle, par exemple par Mauduyt (1778). La découverte de la pile vint à son tour provoquer la création de la galvanisation et de la faradisation médicales, qui parurent faire quelque tort à l'emploi de l'électricité statique. Mais, vers 1860, Charcot et Vigouroux, à la Salpêtrière, vinrent établir à nouveau, et d'une façon méthodique, l'utilité propre de la machine statique.

Tout le monde sait aujourd'hui que sous forme, soit de bain électro-statique, soit de douche, soit d'effluves ou d'étincelles, l'électricité produit sur l'organisme des effets bien caractérisés, et très efficacement utilisables dans le traitement d'un assez grand nombre d'états pathologiques.

Par exemple, le bain statique active les échanges nutritifs et les combustions respiratoires ; par là, il détermine un accroissement très marqué de la tension artérielle et de la fréquence du pouls. Ces actions sont à rapprocher de la fixation de l'azote de l'air par les plantes sous l'influence de l'électricité atmosphérique, phénomène découvert et étudié par M. Berthelot.

Or, si l'électrothérapie dispose, dans l'emploi des courants voltaïques, de méthodes et d'instruments de mesure simples et précis (galvanomètres, milli-ampéremètres, voltamètres, etc.), il n'en est pas de même dans la Franklinisation. Le type de machine statique employé, le nombre et le diamètre de ses plateaux, leur vitesse de rotation, la longueur d'étincelle obtenue, etc., ne constituent que des renseignements indirects et très insuffisants ; ils ne concernent d'ailleurs que le

système producteur ; or, le régime électrique auquel est soumis le sujet, dépend aussi de certains caractères du système d'utilisation (tabouret, chaise, sujet lui-même, etc.), et particulièrement des fuites par aspérités ou isolement imparfait, fuites sur lesquelles on n'a aucun renseignement.

En résumé, on a pu dire avec juste raison, que la Franklinisation se donne encore à des doses inconnues.

C'est cette lacune que j'ai essayé de combler, en proposant aux électrothérapeutes et aux électrophysiologistes, une méthode et un appareil de dosage précis, fondés sur la considération de la *densité électrique*.

1° *Méthode de dosage.* — Étant donné un sujet isolé sur un tabouret à pieds de verre, et mis en communication avec une machine électrostatique, on peut le considérer comme recouvert d'une *couche d'électricité* en équilibre mobile, c'est-à-dire constamment renouvelée en proportion même de ses fuites, de manière à conserver une épaisseur constante, tant que, les causes de fuite ne changeant pas, la machine conserve elle-même un régime constant.

Il est évident que l'épaisseur de cette couche électrique, ou, ce qui est la même chose sous une autre forme de langage, la *densité électrique*, c'est-à-dire la *quantité d'électricité portée par un centimètre carré de surface extérieure* en tel ou tel point, constituent le facteur principal qui détermine les effets physiologiques et thérapeutiques obtenus dans le bain électrostatique. C'est qu'en effet la densité électrique est le facteur déterminant de la *pression ou tension électrostatique* en chaque point d'un conducteur isolé et électrisé (la pression électrostatique étant proportionnelle au carré de la densité électrique) c'est aussi le facteur déterminant de la *force électrique* au voisinage immédiat de chaque point du corps électrisé (la force électrique étant proportionnelle à la densité au point considéré).

C'est donc par la mesure de la densité électrique, réalisée dans une région bien définie, que l'on sera le mieux renseigné sur le degré d'électrisation du sujet soumis à la franklinisation, et c'est par le réglage et les variations de ce caractère que l'on pourra le mieux graduer le traitement électrostatique.

On sait, d'autre part, que pour un même conducteur isolé que l'on a mis en communication avec un des pôles d'une machine électrostatique, la densité en chaque point varie proportionnellement au potentiel de la source ; cette densité, il est vrai, n'est pas égale pour tous les points du conducteur : nulle en tout point intérieur, elle présente, pour les points extérieurs, des valeurs d'autant plus grandes

que la courbure des surfaces terminales est plus prononcée ; mais sur une portion suffisamment étendue de surface plane, elle est uniforme : tel est pratiquement le cas de la surface dorsale ou palmaire de la main ouverte.

Pour mesurer la densité, il suffit d'appliquer au centre de la surface plane choisie un petit disque métallique ou plan d'épreuve fixé à l'extrémité d'un manche isolant ; il prend une charge électrique égale à celle de la portion de surface qu'il recouvre. On enlève bien normalement le disque toujours tenu par son manche isolant, et l'on va le décharger dans un électromètre convenablement gradué : on obtient ainsi la valeur de la quantité d'électricité emportée par le disque ; le quotient de cette quantité par la surface du disque mesure la densité cherchée.

Restaient à choisir les unités de mesure à employer dans la pratique.

J'ai reconnu que la densité électrique, mesurée sur la main d'une personne assise sur un tabouret isolé et reliée à une machine électrostatique telle que celles qu'emploient habituellement les médecins, est de l'ordre d'un petit nombre d'unité C.G.S. de quantité d'électricité, par exemple : 10, 15 ou 20 unités C.G.S. par centimètre carré.

C'est donc cette unité elle-même qu'il convient d'employer.

Je rappellerai brièvement que cette unité C G S. est la quantité d'électricité qui, concentrée à un centimètre de distance d'une quantité égale et de même signe, la repousse avec une force égale à une dyne, c'est-à-dire à peu près égale au poids d'un milligramme.

On sait, d'autre part, que l'unité pratique de quantité d'électricité est le *coulomb*, qui vaut 3×10^9 unités C.G.S. et que l'unité pratique d'intensité de courant est l'*ampère*, qui est l'intensité d'un courant débitant en chaque point de son circuit un coulomb par seconde.

L'unité C.G.S. de quantité d'électricité n'a pas encore reçu des physiciens de nom particulier. Or, le rôle que cette unité me paraît devoir jouer dans les applications médicales et dans le dosage de l'électricité statique rend nécessaire l'emploi d'une dénomination plus simple que celle qui consisterait à l'appeler : « *un tiers de millimicrocoulomb* ».

Je propose donc de donner à cette unité le nom de « Franklin » ; ce nom me paraît d'autant mieux indiqué, que l'emploi médical de l'électricité statique a déjà reçu le nom de *franklinisation*.

On dira donc que l'unité C.G.S. de quantité d'électricité est le *franklin*, et que le coulomb vaut 3×10^9 franklins.

On dira que la densité électrique est de tant de franklins par centimètre carré.

On dira qu'un bain électrique est à la dose de 10 franklins lorsque la densité mesurée sur la face dorsale ou palmaire de la main tendue est de 10 franklins par centimètre carré.

Telle est la méthode de dosage que je propose en vue d'un emploi méthodique de l'électricité statique dans la thérapeutique.

Voici maintenant l'appareil que j'ai réalisé pour l'application simple et précise de cette méthode.

2° **Électro-densimètre**. — L'appareil de mesure des densités électriques, ou *électro-densimètre*, se compose essentiellement d'un électromètre à feuille mobile, étalonné et gradué, et d'un disque d'épreuve, combinés de manière à donner, à la suite d'une prise de densité par contact, et d'une simple lecture, la densité sur la région explorée en franklins par centimètre carré.

L'ensemble de l'appareil est représenté par la figure 1.

L'électromètre est formé par une cage métallique vitrée, portant derrière l'une de ses fenêtres une plaque d'ivoirine sur laquelle sont gravées la graduation et les constantes de l'appareil ; la forme de cette plaque est destinée à permettre une visée facile et sûre, comme on le verra plus loin.

A l'intérieur de cette cage est un disque métallique vertical et fixe, A, soigneusement isolé par un bouchon E de diélectrine. Sur l'une des faces de ce disque est fixée, par un ressort R, une feuille d'aluminium extra-mince qui s'écarte du disque d'un angle plus ou moins grand selon le degré d'électrisation du système, c'est-à-dire selon le potentiel auquel il est porté. La tige conductrice qui porte le disque A se termine à sa partie supérieure par un cylindre C destiné à recevoir les charges à mesurer.

Un cylindre métallique G protège ce récepteur ainsi que la diélectrine ; une soupape obturatrice O permet, grâce à son mouvement de rotation de part et d'autre d'une fente, de découvrir ou de fermer le cylindre G.

Un disque B, que l'on peut, par la tige T, pousser plus ou moins vers le disque fixe et parallèle A, permet de régler la capacité électrique de l'électromètre ; le collier mobile N est destiné à arrêter ce disque dans une position déterminée : ce réglage est effectué par le constructeur (1).

---

(1) *Alvergniat-Chabaud-Thurneyssen*, rue Monsieur-le-Prince, 50, Paris.

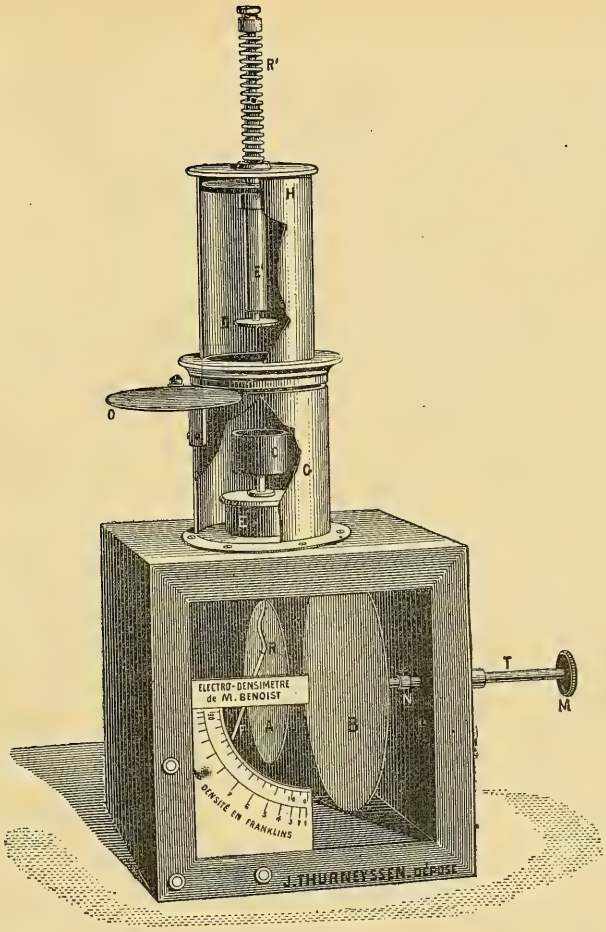

R'
H
E'
E
O
C
C
E
R
T
N
M
ELECTRO-DENSIMETRE
de M. BENOIST
A
B
DENSITE EN FRANKLINS
J. THURNEYSSEN. DEPOSE

Fig. 1.

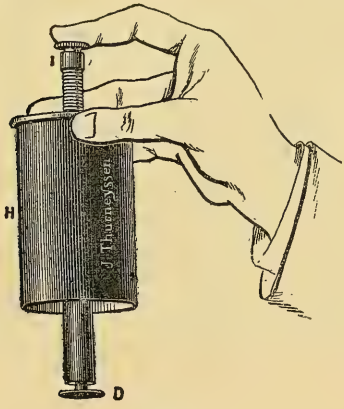

I
H
J. Thurneyssen
D

Fig. 2.

Pour une distance de 20 millimètres entre les disques A et B (et pour la déviation moyenne de 45 degrés,) la capacité de l'appareil est de 10 centimètres (2). Il en résulte que chaque franklin cédé à l'appareil élèvera son potentiel de 10^{-1} unités C.G.S. de potentiel, c'est-à-dire de $10^{-1} \times 300 = 30$ volts (3). La graduation de l'appareil est double : l'arc interne porte des degrés ; l'arc externe porte des franklins.

La partie supérieure de l'appareil contient le disque d'épreuve. C'est un disque métallique D dont la surface vaut *5 centimètres carrés* exactement· Ce disque est fixé à l'extrémité d'un bâton de diélectrine E, prolongé par une tige d'ébonite qui se termine par un bouton I, et qui peut glisser dans le couvercle du cylindre protecteur H ; elle est maintenue dans sa position de repos par un ressort à boudin R'.

3° **Mode d'emploi de l'appareil**. — Pour prendre une densité au moyen de cet appareil, on enlève le cylindre métallique supérieur H emportant avec lui le disque d'épreuve D. Tenant ce cylindre entre le pouce et les trois derniers doigts de la main droite, on pousse au moyen de l'index le bouton I de manière à faire sortir le disque d'épreuve du cylindre protecteur (fig. *2*).

On pose alors ce disque au milieu de la face dorsale de la main tendue par le sujet isolé et électrisé ; après un court contact, on enlève bien normalement, puis on laisse sous l'action du ressort le disque remonter sans choc brusque dans son cylindre protecteur. On replace le tout sur l'électrodensimètre.

Celui-ci était jusque-là resté fermé par la soupape obturatrice O.

La feuille mobile d'aluminium devait d'ailleurs être bien au zéro.

On ouvre alors la soupape obturatrice et, poussant à fond le bouton I, on fait ainsi descendre le disque d'épreuve, chargé de son électricité, dans le cylindre récepteur C, où il se décharge complètement. On laisse remonter le disque d'épreuve sous l'action du ressort à boudin, on referme la soupape O, et l'on n'a plus qu'à lire la densité indiquée par la feuille d'aluminium mobile.

Pour effectuer cette lecture avec précision, il suffit de placer un œil (l'autre étant fermé) à une certaine distance en avant de la fenêtre vitrée qui porte la graduation, et de façon à voir le disque A entièrement de profil, formant par sa tranche le côté vertical du quadrant

(2) C'est-à-dire est égale à celle d'une sphère métallique isolée de 10 centimètres de rayon.

(3) On sait que l'unité C. G. S. de potentiel vaut 300 volts.

découpé dans la plaque d'ivoirine ; en même temps, on doit voir aussi le côté horizontal de ce même quadrant se confondre avec l'arête horizontale inférieure d'une bande d'ivoirine fixée sur la fenêtre opposée. L'œil est ainsi centré sur une droite horizontale, intersection de deux plans rectangulaires, et cette ligne de visée passe exactement par l'axe de rotation de la feuille mobile. On lit alors sur la double graduation avec une précision qui atteint aisément le demi-degré, soit l'angle de divergence de cette feuille, soit le nombre de franklins qui représente la densité cherchée. Car, dans le but d'éviter tout calcul à l'observateur, les nombres de franklins inscrits sur la graduation représentent *le cinquième* de la charge totale cédé à l'appareil par le disque d'épreuve, et non cette charge elle-même. Par suite, si l'on veut utiliser l'électromètre pour d'autres genres de mesure, il suffit de multiplier par cinq les nombres lus sur la graduation pour avoir les quantités absolues d'électricité, en franklins, portées par l'appareil. Il peut également servir pour la mesure des potentiels, de 0 à 4800 volts c'est-à-dire de 0 à 16 unités C.G.S. de potentiel ; il suffit de lire les angles de divergence en degrés, et de se servir de la courbe des potentiels qui caractérise l'électromètre tel qu'il est construit (fig. 3).

Pour en revenir ici à l'application médicale, il importe d'observer les précautions suivantes dans une mesure de densité. Lorsque, tenant le cylindre H conformément à la figure 2, et appliquant le disque explorateur sur la surface électrisée que l'on explore, on observe soit des étincelles, soit des aigrettes se produisant entre cette surface et les bords inférieurs du cylindre H, c'est que l'on a atteint la limite de potentiel pour laquelle le dispositif ci-dessus indiqué est applicable sans modification, cela correspond environ à 5 centimètres d'étincelle. Il faut alors opérer ainsi : on laisse le cylindre H en place sur l'électromètre et l'on ne prend à la main que le couvercle de ce cylindre, couvercle monté à baïonnette, et que l'on détache aisément. Après avoir opéré comme l'indique la figure 2, sauf l'absence du cylindre H, on replace le couvercle en évitant soigneusement que le disque d'épreuve une fois chargé ne touche quoi que ce soit ; on le fait descendre ensuite dans le récepteur C, comme il a été déjà dit.

Enfin si, dans des cas exceptionnels, le potentiel est tellement élevé que des étincelles ou des aigrettes se produisent lors de la prise de densité, entre la surface électrisée et le couvercle tenu à la main (ce qui arrive seulement vers 12 ou 13 centimètres d'étincelle), on se sert d'un disque identique, isolé par un long manche d'ébonite, et constituant un accessoire complémentaire de l'appareil.

Avant de faire une nouvelle mesure, on décharge l'appareil en tou-

Electrodensimètre L. BENOIST

Courbe de potentiel ou de voltage

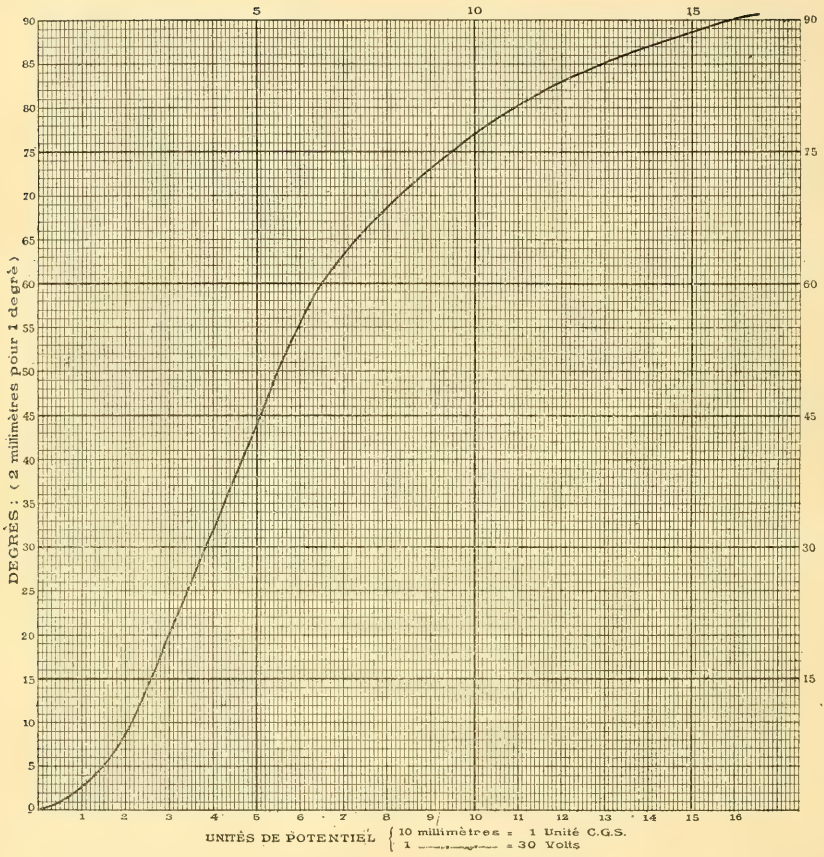


Fig. 3.

(Réduction au 2/3 environ de la figure originale).

chant du doigt le récepteur C au travers de la soupape ouverte ; sinon les quantités d'électricité portées dans l'appareil s'ajouteraient, ce qui est d'ailleurs un procédé applicable à la mesure (par multiplication), de très faibles densités.

4° **Usages divers de l'électrodensimètre.** — Il est évident que cet appareil peut servir aux diverses mesures précises que comporte l'étude ou l'emploi de l'électricité statique. En se servant de la courbe établie une fois pour toutes (fig. *3*), et qui relie les angles de divergence de la feuille mobile aux valeurs du potentiel auquel elle est portée (la cage étant mise au sol) on peut effectuer toutes mesures de potentiel de 0 à 4 800 volts, (0 à 16 unités C.G.S) et par suite de capacités et de quantités électriques.

Une courbe analogue, très facile à établir, pourra être tracée en donnant à l'électro densimètre des charges électriques croissant en progression arithmétique, et portant ces charges en abscisses, et les angles de divergence en ordonnées. Cette courbe à laquelle il conviendra de donner un point commun, vers 45°, avec la courbe de voltage, se confondrait entièrement avec celle-ci, si la capacité de l'appareil était absolument indépendante de la position de la feuille d'aluminium mobile. Comme cette capacité varie en réalité un peu avec cette position, on obtiendra une courbe légèrement distincte de la première ; l'ensemble des deux courbes donnera immédiatement la loi de variation de la capacité de l'électro densimètre, et permettra par suite de l'utiliser avec la plus grande précision dans des mesures de laboratoire.

Il convient aussi de remarquer que la capacité peut être à volonté augmentée ou diminuée dans des proportions assez notables, en modifiant la distance qui sépare les deux plateaux A et B.

DU SUC GASTRIQUE

REVUE HISTORIQUE [1]

par J. WINTER.

I

L'étude des phénomènes digestifs a suscité d'innombrables travaux qui rempliraient plusieurs gros volumes si l'on voulait en retracer l'histoire intégrale. Une œuvre de cette nature serait certainement très confuse.

Comme le livre auquel cette revue doit servir de chapitre historique n'est pas un traité de la digestion mais une monographie, je me contenterai de rappeler les grandes étapes de l'histoire chimique du suc gastrique, en insistant sur ceux des faits qui ont nettement marqué un progrès ou qui sont de nature à orienter l'attention vers l'objet des recherches qui y seront exposées.

En semant ainsi en route, sans vouloir en nier l'intérêt, la multitude des travaux de second ordre, l'évolution et l'enchaînement des idées fondamentales de notre question apparaîtront bien plus clairement.

*
* *

« Il n'y a peut-être point de matière en Physiologie qui ait autant « exercé les Médecins, les Anatomistes, les Physiciens, de tous les « temps, que celle de la digestion ; il est vrai qu'il n'y en avait point « qui dût attirer davantage tous les regards : cette fonction de l'esto- « mac prépare nos forces, répare nos pertes, crée les éléments du « sang et des humeurs ; elle est la source de la vie ; l'estomac est le « laboratoire du corps ; la digestion est l'opération souverainement « importante qu'il exécute. Voilà ce que chacun s'accorde à recon- « naître ; mais ce concert s'arrête ici ; demandez aux Maîtres de l'Art « quel est le moyen employé par la Nature, pour changer dans l'estomac

---

(1). Les éléments de cette revue ont été exposés à la Société Philomathique. Comme elle est destinée à devenir le premier chapitre d'une monographie sur le suc gastrique, son texte a été orienté vers ce but.

« tous les aliments avalés par l'homme et les animaux, en une bouillie « alimentaire ; en vain vous parcourrez tous les siècles, vous interro- « gerez leurs Philosophes les plus fameux, vous ne serez pas plus « instruit ; vous aurez lu de très gros livres, affronté de longues dis- « sertations, rencontré d'ingénieuses hypothèses ; vous serez fatigué « par d'éternelles controverses, et vous ne verrez surnager dans cet « océan d'inepties, que quelques faits souvent mal vus, et encore plus « mal appliquée. *Réaumur* seul commence à faire jaillir quelques « rayons de lumière sur ce chaos..... » (1).

Cette opinion de la fin du dix-huitième siècle me dispense de remonter plus haut dans l'histoire scientifique de la digestion. *Réaumur* est en effet le premier (1752) (2) qui nous ait laissé un renseignement précis. Dans son premier Mémoire il s'attache surtout à mettre en évidence le rôle *broyeur* de l'estomac (semblable à la trituration qui se fait par les meules d'un moulin).

Dans un second Mémoire il signale l'existence, dans l'estomac, d'un « *menstrue, propre à dissoudre et à digérer les aliments sans la moindre action de ce viscère sur eux* ». Il avait été amené à cette conclusion par des expériences très simples sur un oiseau de proie (le Milan) dont la faculté de vomir aisément lui fut d'un grand secours. Il lui faisait avaler plusieurs tubes de laiton remplis de différentes substances, notamment de viande. Ces tubes fermés et percés de trous aux deux extrémités, étaient vomis sans déformations par l'oiseau après un séjour plus ou moins long dans l'estomac. Comme ils s'y vidaient de leur contenu solide il fallut bien en conclure que cette disparition était due à l'action *dissolvante* « des sucs gastriques ».

Réaumur mourut avant d'avoir achevé ses recherches.

Elles furent reprises par Spallanzani (vers 1783) qui exécuta, avec beaucoup de soin et d'ingéniosité, une multitude d'expériences sur des Oiseaux (notamment l'Aigle), des chats, des chiens, des hommes (sur lui-même et d'autres), etc., etc. Par des procédés analogues à ceux de Réaumur il constata partout le pouvoir dissolvant « *des sucs gastriques* ». Il fit aussi et le premier, dans des tubes de verre, avec des viandes cuites et crues et des liquides gastriques, *des digestions artificielles et sut constater que la chaleur les active*. Il signale, en outre, que le suc gastrique coagule le lait.

Comme les théories de *Boerhaave*, alors admises, faisaient de la digestion une sorte de fermentation putride (8), Spallanzani se préoc-

(1) Œuvres de M. l'abbé Spallanzani. — I. second. p. 315 (1787).
(2) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris 1752.
(3) Les Chimistes de l'époque admettaient trois degrés de fermentation : la vineuse, l'acide et la putride.

cupa beaucoup de ce point de vue et vit que le suc gastrique est *peu putrescible* à l'air et qu'il préserve même les matières animales de la putréfaction.

Il signale l'existence des tubes glandulaires et sut observer sur des chiens vivants les mouvements de l'estomac qu'il découvrait pendant la digestion. Il décrit très bien ces mouvements péristaltiques : l'estomac (1) commence à se contracter un peu au-dessous de l'orifice supérieur et l'onde se propage doucement jusqu'au pylore ; à la contraction succède périodiquement une dilatation. Tous ces mouvements se font toujours tranquillement et *sans effort* ; ils lui paraissent insuffisants pour démontrer que l'estomac exerce une action mécanique sur les aliments.

Parmi nombre d'autres observations importantes de Spallanzani qui sont devenues le point de départ de toutes les recherches modernes sur la digestion, je retiens celle-ci, très curieuse et très intéressante pour l'époque : « *dans le temps que les sucs gastriques produisent une digestion très sensible les sucs de l'œsophage n'en produisent aucune* (2) ».

Il s'agit de la digestion chez une Corneille. Bien que le procédé expérimental employé ne me paraisse pas rigoureux j'attache néanmoins une réelle valeur à cette remarque ; d'autres faits, plus loin, nous conduiront à une conclusion semblable ; mais nous l'exprimerons autrement.

Spallanzani, malgré tous ses efforts, n'a jamais pu se convaincre de *l'acidité* du suc gastrique. Pour libérer sa conscience, très perplexe, sur ce point, il en confia un échantillon à son « illustre ami et collègue » M. le conseiller *Scopoli*, pour en faire l'analyse chimique. C'est certainement la première analyse exécutée sur un liquide gastrique. Voici, dans leur texte, les conclusions de Scopoli :

« Ces expériences apprennent que le suc gastrique sain est com-
« posé : 1° d'une eau pure ; 2° d'une substance animale, savonneuse et
« gélatineuse ; 3° d'un sel ammoniacal composé d'*alcali volatil et de*
« *l'acide du sel marin* ; 4° d'une matière terreuse, semblable à celle
« qu'on trouve dans toutes les liqueurs animales... »

Il n'est pas, dans cette analyse, question d'acidité et Spallanzani en prend bonne note pour admettre que le suc gastrique n'est pas normalement acide *bien qu'il puisse le devenir par certains aliments.*

Quant au chlorhydrate d'ammoniaque trouvé par Scopoli, nous en reparlerons dans un instant à propos des analyses de *Prout.*

La période 1783-1824 fut très féconde en travaux sur le pouvoir dis-

(1) Œuvres de M. l'abbé Spallanzani. T. second. p. 636. 1787.
(2) Œuvres de M. l'abbé Spallanzani. T. second. p. 673.

solvant et l'acidité du suc gastrique. Spallanzani avait donné une impulsion qui se propagea rapidement. On s'imaginait volontiers, à cette époque de l'état naissant des sciences expérimentales, que cet acide qui, issu des forces vitales, communique au suc gastrique son étonnante activité dissolvante, devait lui-même posséder des propriétés merveilleuses ; et l'on partit à sa recherche. Mais on ne put s'entendre sur aucun point. Pour les uns le suc gastrique était bien acide ; d'autres le trouvaient neutre, voire même alcalin et mettaient en doute son pouvoir dissolvant.

N'est-il pas surprenant, ce désaccord général sur une question aussi simple que l'acidité qu'on savait fort bien déterminer dès cette époque ! Tous les observateurs étaient certainement de bonne foi et avaient vu ce qu'ils mentionnaient ; mais il est bien évident que des divergences aussi grossières trahissent l'existence d'une lacune profonde dans les prémisses du problème posé.

Une partie du mystère subsiste encore aujourd'hui ; les travaux les plus récents tels que ceux de *Frémont* et de *Paulow* qui semblaient décisifs, loin de le résoudre, l'affirment davantage. Nous aurons à en reparler ailleurs.

Berzélius, qui fut le contemporain de ces recherches, les a résumées soigneusement dans son traité de Chimie (1). Il croit discerner au milieu de ces contradictions que le suc gastique est *acide pendant la digestion et neutre à jeun.* Dès 1785 *Carminati* avait exprimé cette même opinion, très remarquable, qui depuis semble avoir complètement disparu des préoccupations des Physiologistes.

Pour bien affirmer sa conviction sur ce point, Berzélius alla jusqu'à se demander si les canaux qui sécrètent le liquide à jeun sont les même que ceux qui le fournissent pendant la digestion (2).

En 1824 se produisit un fait important : *Prout* découvrit, par distillation, de *l'HCl dans le suc gastrique en digestion.* Voici comment il en opérait le dosage (3) ; je crois utile de le rappeler : L'animal étant sacrifié quelque temps après avoir mangé, il délayait la masse alimentaire de l'estomac dans de l'eau puis filtrait. Le filtrat était divisé en plusieurs portions. Sur l'une il dosait les chlorures dans les cendres ; sur une autre, *exactement* saturée avec de la potasse et incinérée à son tour, il dosait également les chlorures qu'il trouvait toujours *supérieurs* aux précédents ; cet *excès* représentait pour lui l'HCl libre. Sur

(1) Traité de Chimie de Berzélius ; traduction française d'Esslinger, T. 7, p. 147-153-1833
(2) Traité de Chimie de Berzélius ; traduction française d'Esslinger, T. 7, p. 153.
(3) Traité de Chimie de Berzélius ; traduction française d'Esslinger, T. 7, p. 149.

un troisième échantillon *sursaturé* de potasse et incinéré il dosait enfin le chlore total ; la différence entre ce troisième résultat et le second correspondait, dans sa pensée, au chlorhydrate d'ammoniaque dissous dans le liquide stomacal.

Nous savons aujourd'hui que le chlorure d'ammonium ne préexiste qu'à l'état de traces dans les liquides gastriques et que celui trouvé par *Scopoli* et par Prout avait sa source dans la décomposition pyrogénée des matières azotées des liquides gastriques traités. Le fait est facile à vérifier.

Voici, à titre de curiosité, deux analyses de Prout :

Sur 39.6 parties de chlore contenues dans une certaine quantité de liquide gastrique de chien, 9.5 se trouvaient combinées avec le sodium et le potassium (chlorures fixes) ; 7.9 avec l'ammoniaque ; 22.2 avec l'hydrogène (HCl libre selon Prout).

Dans un liquide vomi par un homme il trouva : 12.11 parties de chlorures salins et 5.13 d'HCl.

En divisant tous ces nombres par 100 on les rend comparables à ceux que nous trouvons encore couramment aujourd'hui dans 100cc de liquides gastriques (non dilués).

Prout constata également que les sulfates et les phosphates sont en si petites quantités dans ces liquides qu'il est impossible de leur attribuer les propriétés acides du suc gastrique (1). Que cette remarque, fort juste et facile à contrôler, serve de réplique à tous ceux qui, aujourd'hui encore, prétendent que la *chlorydrie* est un effet de la décomposition des chlorures par les phosphates pendant la calcination !

Ce que Prout, dans ses analyses, désignait improprement par HCl libre et par chlorhydrate d'ammoniaque constitue, en réalité, ce que nous désignons aujourd'hui par *chlorhydrie*. Les proportions d'HCl libre qu'il mentionne sont beaucoup trop fortes. J'en donnerai la raison plus loin.

La découverte de *Prout* produisit une certaine déception et c'est là qu'il faut voir la raison principale des nombreuses objections qui furent soulevées, dès l'origine, contre l'HCl comme acide de l'estomac. On s'attendait à trouver un corps extraordinaire. En fait, les propriétés dissolvantes d'un acide aussi commun que l'HCl n'expliquaient nullement celles si remarquables du suc gastrique. Il fallut chercher autre chose.

C'est dix ans après, en 1834, qu'*Eberlé* (2) souleva un coin du voile épais qui recouvrait ce mystère. Il fit voir qu'en mettant la membrane

(1) Traité de Chimie de Berzélius, l. c. p. 149.
(2) *Eberlé*. Physiologie der Verdanung. Würtz b. 1834.

muqueuse de l'estomac, préablement lavée et desséchée, en digestion avec de l'eau contenant un peu d'acide chlorhydrique *ou acétique*, on obtient un liquide capable de dissoudre l'albumine coagulée et la viande cuite. Il montra, en outre, que ces aliments ne se dissolvent ni par l'action *seule* d'un acide, ni par l'influence *exclusive* de la membrane animale.

Puis *Schwann* (1) (1836) démontra que le principe actif de cette membrane se dissout dans l'eau pure et, en 1838, Pappenheim et Wasmann (2) le précipitèrent par l'alcool de sa solution aqueuse et montrèrent que cette précipitation n'en altère nullement les remarquables propriétés.

Ce principe, reconnu par Eberlé, isolé par Pappenheim et Wasmann fut dénommé : *Pepsine*. De nature organique, la pepsine constitue le *premier ferment soluble connu*. Sa découverte est certainement la plus importante de la chimie physiologique du dix-neuvième siècle, car elle ouvre une ère chimique nouvelle en nous apprenant que les procédés de transformation et les agents de la nature ne sont pas du tout les mêmes que ceux de nos laboratoires.

Cette découverte eut, du reste, un grand retentissement et, peu après, Leuchs (3) trouva dans la salive un autre ferment, jouissant, lui, de la propriété de solubiliser très rapidement l'amidon en la transformant en sucre.

Depuis cette époque bien d'autres ferments solubles ont vu le jour ; chacun d'eux s'adapte à une transformation spéciale.

Pour les isoler on se sert à peu près constamment du procédé utilisé par Pappenheim et Wasmann pour la pepsine.

On en trouvera certainement bien d'autres encore, et l'intérêt de la question n'est déjà plus dans ces découvertes mais dans le mécanisme de l'action de ces agents singuliers, mécanisme resté absolument obscur jusqu'à nos jours.

Des recherches chimiques toutes récentes semblent de nature à éclaircir quelque peu cette obscurité.

Nous voilà donc, en 1838, en présence de deux éléments *précis* concernant la digestion gastrique : d'un ferment, la pepsine, *agent fondamental* des transformations stomacales de la matière azotée ; *de la nécessité d'un milieu acide* pour le développement de cette action de la pepsine.

Le *ferment* s'obtient, d'après Eberlé, par la destruction de la mu-

(1) Ueber das Wesen des Verdauungs processes. Schwann (Müllers Archiv. 1836).
(2) In chim. physiol. et méd. de Dumas, 1846, p. 609.
(3) In chim. physiol. et méd. de Dumas, 1846, p. 609.

quense stomacale ; peut-être y préexiste-t-il ; rien, à l'époque, ne permettait de l'affirmer.

Nous n'en savons guère plus aujourd'hui bien que l'on ait, depuis, assigné à la pepsine une localisation précise dans certaines cellules glandulaires de l'estomac. Le dernier mot n'est pas dit sur cette préexistence en nature du ferment dans les glandes.

Le *milieu acide* de l'estomac est engendré par l'acide chlorhydrique. Les recherches de Prout ne pouvaient laisser de doute là-dessus. Si, à l'époque, on fit mauvais accueil aux résultats de ce savant, nous n'avons plus aujourd'hui de raisons plausibles pour les discuter et les combattre ; car l'analyse chimique désigne *formellement* l'HCl et le rôle physiologique des chlorures, dont je dirai quelques mots plus loin, imprime à cette conclusion chimique le caractère d'un principe éminemment rationnel.

Les points encore en litige à l'heure actuelle sont : la *source* de l'HCl et la *forme chimique* sous laquelle il apparaît et existe dans l'estomac.

En 1840 on ne se préoccupait guère de ces questions. Nous aurons à nous en entretenir longuement dans les chapitres suivants.

A côté de ces connaissances chimiques précises, cette période (1824-1850), très féconde pour l'estomac, nous légua, en outre, sur le même sujet, quelques faits très importants de physiologie pure.

C'est d'abord *Beaumont*, chirurgien canadien, qui nous apprend, en 1834, que pendant l'abstinence l'estomac est parfaitement vide et plissé, sa surface pâle et blanchâtre. Sous l'influence de la moindre irritation, naturelle ou artificielle, la sécrétion apparaît ; la membrane muqueuse devient rouge et turgide et l'on voit sourdre des gouttes de suc gastrique.

Il avait pu constater ces faits *de visu*, chez un jeune homme de dix-huit ans (Alexis Saint-Martin) victime d'un accident (coup de feu sous l'hypochondre gauche) à la suite duquel s'était formée une large ouverture à travers la peau, les tissus sous-jacents et la partie supérieure de l'estomac. Le malade s'étant parfaitement rétabli et le trou subsistant, Beaumont en profita pour étudier la digestion. L'ouverture, fermée en temps ordinaire par une plaque que maintenait une ceinture, était assez béante pour lui permettre d'observer directement tous les phénomènes macroscopiques de la cavité gastrique.

En raison de ces conditions uniques et particulièrement favorables, les observations de Beaumont ont une valeur incomparable.

C'est ensuite *Blondlot* qui, en 1842, réalise les premières fistules stomacales artificielles. Bien que Blondlot n'ait pas su tirer parti de sa

découverte, celle-ci n'en marque pas moins le commencement de la période expérimentale en matière de suc gastrique.

Blondlot s'était surtout attaché à démontrer que l'acidité gastrique était due au phosphate acide de chaux. Prout (voir plus haut) a réfuté d'avance cette opinion ; les expériences chimiques de Bidder et Schmidt dont je parle ci-après, et mes propres analyses ne laissent absolument rien subsister de cette supposition.

II

En 1853 Bidder et Schmidt ont publié à Leipzig un travail très complet sur la digestion. Ils ont particulièrement mis en évidence que la digestion est un fait complexe, qu'il y a plusieurs digestions, plusieurs sucs digestifs et non pas seulement une digestion stomacale.

Ils ont étudié la digestion salivaire, la digestion gastrique, la digestion intestinale à l'aide de fistules artificielles appropriées. Leurs recherches englobent à la fois les phénomènes chimiques et les phénomènes physiologiques. Il n'existe pas, je crois, de travail plus étendu sur ces questions.

De ces recherches, je ne veux retenir ici que leurs analyses chimiques du suc gastrique. De ces analyses, très complètes, il résulte que le suc gastrique renferme *un excès de chlore non combiné aux bases minérales.*

Si l'on exprime par T le chlore total contenu dans un certain volume de liquide, par F celui qui correspondrait à la somme de toutes les bases minérales (soude, potasse, ammoniaque, chaux, magnésie) si elles étaient à l'état de chlorures, on trouve que T *est bien plus grand que* F. Il y a donc sûrement dans le suc gastrique d'autres éléments chlorés que des chlorures minéraux. Et l'on ne saurait objecter ici, comme on l'avait fait à l'égard des résultats de Prout, comme le fit encore Claude Bernard en 1873 (1), que l'excès T — F représente une perte de chlore par l'action de l'acide lactique sur les chlorures pendant les opérations chimiques du dosage ; car F équivaut *ici* au maximum possible de chlorures minéraux et le procédé analytique utilisé ne tombe pas sous l'objection.

D'autre part quand on compare l'excès T — F des analyses de Bidder et Schmidt à l'acidité totale (A) de leurs liquides, on est frappé de l'équivalence à peu près constante entre T — F et A.

Devant une pareille concordance, les savants allemands n'ont pas

(1) Cours de Claude-Bernard : in Revue-Scientifiques 1er novembre 1873.

hésité à proclamer que T — F = HCl libre. Cela paraissait évident d'ailleurs.

Nous verrons plus loin qu'il y avait là de leur part un *excès* d'interprétation. Non seulement l'équivalence T — F = A, quand elle existe, peut se traduire autrement ; mais quand elle n'existe pas, quand A, par exemple, est *plus petit* que T — F, leur explication n'a plus de sens. Car il est clair que si T — F représente toujours et seulement de l'HCl libre, son acidité en HCl *ne peut pas devenir inférieure à sa propre valeur* exprimée en HCl.

Or l'expérience nous a appris depuis que les cas où l'acidité tombe *au-dessous* de T — F sont fréquents ; les différences sont parfois même très considérables. Nous savons aujourd'hui attacher un sens à de semblables résultats ; nous connaissons même les conditions dans lesquelles ils doivent se produire physiologiquement. Il est donc certain que Bidder et Schmidt se sont trompés dans leur interprétation.

Tout le monde, du reste, s'en est plus ou moins aperçu depuis, sans fournir de l'erreur, ni preuve décisive, ni explication plausible. M. Charles Richet seul, formula, en 1878, des remarques qui auraient dû faire soupçonner la réalité.

Cette question devint la source d'interminables discussions qui plus tard, quand, grâce à Ewald, l'analyse gastrique aura pris rang dans les applications cliniques, se traduiront par une longue succession de moyens de recherche et de méthodes de dosage de l'HCl, toutes plus singulières les unes que les autres.

Il est bon de noter que c'est par voie *indirecte* qu'on fut amené à soupçonner l'erreur ; car au lieu de vérifier le *fait matériel* : T — F = A, en renouvelant les analyses de Bidder et Schmidt, on s'est contenté de contrôler leur *hypothèse* : A = HCl libre, par quelques moyens intéressants que j'indiquerai dans un instant.

Ces moyens montrèrent que les réactions du suc gastrique ne sont jamais ce qu'elles seraient si son acidité était réellement de l'HCl. On en vint rapidement soit, comme Bernard, à ne pas tenir compte des analyses des auteurs allemands ; soit, comme la plupart des cliniciens, à admettre que T — F ne représente qu'une *faible* partie de l'acidité totale (A) et que la partie *principale* de cette acidité se rapporte à des *acides organiques*.

Cette idée d'acides organiques dans l'estomac a tellement pris corps dans la science qu'à l'époque (1879) où Ewald fit, de l'analyse stomacale, un moyen systématique d'investigation clinique, on en était arrivé à considérer ces acides comme des causes essentielles de dyspepsies (fermentations anormales).

Cette opinion subsiste encore à l'heure actuelle, bien qu'elle ne soit plus justifiée. Nous savons aujourd'hui, qu'en général, la majeure partie de l'acidité gastrique, considérée alors comme anormale et *indépendante* de T — F, dépend réellement de cette différence ; on le constatera ailleurs. Il n'y a donc plus lieu de l'appeler anormale.

D'autre part, les acides organiques que l'on sait déceler avec certitude dans les liquides gastriques sont de ceux (lactique, acétique) que l'on rencontre un peu partout dans l'organisme ; ils se forment couramment aussi pendant la digestion de la plupart des aliments et, souvent même, préexistent dans ces aliments. Et huit fois sur dix les quantités que l'on en trouve dans l'estomac sont si minimes qu'on ne saurait, logiquement, soutenir qu'ils sont nuisibles *ici* alors qu'on peut en ingérer impunément ou en rencontrer partout ailleurs dans l'organisme des quantités bien plus grandes.

Il y a, certainement, des cas où l'acidité *organique* de l'estomac est considérable, bien qu'inoffensive en soi. Il convient alors de l'envisager comme la caractéristique d'un état, comme le *résultat* et *non pas* comme la *cause* de conditions digestives viciées.

En procédant ainsi on discerne presque toujours la raison immédiate qui explique l'accumulation inusitée de l'acide incriminé. *C'est à cette raison et non pas à l'acide qu'il faut s'attacher pour remonter vers la cause morbide.*

En somme, l'influence pathogène que l'on s'est plu à reconnaître aux acides organiques est purement *imaginaire*. Elle représente une conséquence certainement très curieuse des travaux de Bidder et Schmidt. Cette conséquence s'est fondée, je viens de le dire, sur le contrôle de la *seule* acidité par des réactions chimiques diverses. Mais il importe de ne pas perdre de vue que ce contrôle s'adressait *non pas aux résultats mêmes* des analyses de Bidder et Schmidt, en l'espèce : T, F et A, mais *à la fiction* : A = HCl libre, par laquelle les savants allemands avaient expliqué l'intéressante relation qu'ils ont constatée entre ces quantités T, F et A.

Voilà les trois principales réactions de contrôle dont on s'est servi tout d'abord ; c'étaient, à l'origine, les seules qui présentaient une valeur probante sérieuse.

Deux de ces réactions ont été proposées par Claude Bernard et Barreswill.

C'est d'abord la réaction cupro-potassique. On sait qu'une solution, même très faible, d'HCl, agissant à chaud sur une dissolution de sucre ordinaire, l'invertit. Le sucre ainsi transformé en glucose et lévulose réduit la liqueur cuprique.

En appliquant cette réaction au suc gastrique considéré comme solution d'HCl, Bernard et Barreswill n'ont pu obtenir l'inversion du sucre.

C'est ensuite la réaction de l'acide oxalique sur la chaux du suc gastrique. On sait qu'en versant de l'oxalate d'ammonium dans la solution d'un sel calcique additionnée d'HCl, on n'obtient pas de précipité d'oxalate de chaux, tandis que ce précipité se fait quand le milieu ne renferme que des acides organiques.

Bernard et Barreswill ont trouvé que le suc gastrique, bien qu'acide, n'empêche pas la précipitation, à l'état d'oxalate, de la *petite* quantité de chaux qu'il contient. Ils en ont conclu avec raison qu'il ne renferme pas de quantités appréciables d'HCl et que son acidité doit être organique.

La troisième réaction est plus récente ; elle date de 1874.

Laborde et Dusard montrèrent, à cette époque, que le *violet de méthyle* prend une teinte bleu azur caractéristique en présence de petites quantités d'un acide minéral tel que l'HCl. En appliquant cette découverte au suc gastrique ils n'ont pu y déceler d'Hcl.

La concordance des indications de ces trois réactions importantes n'était, certes, pas faite pour appuyer les conclusions de Bidder et Schmidt et, loin de se résoudre avec les progrès scientifiques, l'énigme chimique de l'acidité stomacale se compliquait à plaisir. Nous discuterons ces réactions plus loin ; nous les mettrons face à face avec les faits nouveaux qui sont arrivés à notre connaissance depuis cette époque. Comme nos anciens, nous en trouverons les indications bien souvent négatives pour l'HCl ; mais *souvent aussi* nous les trouverons franchement positives et, nous saurons, en général, donner l'explication de ces différences réactionnelles du suc gastrique d'un sujet à l'autre.

Ce qui doit nous surprendre, c'est que Claude Bernard et Barreswill, Laborde et Dusart et d'autres, n'aient jamais obtenu d'indications positives avec leurs réactifs.

Dans son cours de 1872-1873 sur les phénomènes digestifs, Claude Bernard insiste suffisamment sur les raisons qui lui désignaient l'*acide lactique* comme acide gastrique, pour nous convaincre qu'il n'a jamais rencontré d'HCl dans les liquides qu'il avait eu l'occasion d'examiner.

Pour justifier une *pareille uniformité* dans la physionomie des observations de toute une époque, physionomie si différente de celle que nous observons communément aujourd'hui, il faut admettre l'existence d'une cause perturbatrice plus élevée que la cause chimique. Celle-ci, bien qu'inconnue alors, explique aussi bien les insuc-

cès passés des réactions chlorhydriques que ceux de nos jours ; mais elle n'explique pas leur invariabilité presque systématique chez tant d'auteurs différents d'une même période. Il y a là matière à réflexion.

Pour découvrir cette cause il faut s'adresser aux liquides gastriques que fournit le simple cathetérisme stomacal. L'exploration par la sonde a l'avantage de surprendre le contenu de l'estomac pendant l'évolution *régulière* des fonctions. Elle procure des liquides dont les modalités chimiques varient presque à l'infini. C'est là qu'est la vérité physiologique.

On s'aperçoit alors que la cause présumée doit se rattacher à l'emploi des fistules gastriques artificielles, source habituelle, à l'époque, des liquides destinées aux recherches.

Grâce à l'emploi de la sonde nous disposons aujourd'hui d'un nombre immense d'analyses. En les comparant à celles que donne la voie expérimentale pure, on constate, en effet, *que toute intervention opératoire sur l'estomac tend à confiner la constitution chimique du suc gastrique à l'une ou à l'autre des extrémités de l'échelle constitutionnelle de ce liquide.*

L'exploration simple par la sonde en fournit, au contraire, tous les échelons intermédiaires et parfois aussi les degrés les plus extrêmes.

On peut aller plus loin encore. Comme les degrés extrêmes de l'échelle constitutionnelle des liquides gastriques appartiennent, selon la clinique, au groupe des états pathologiques, il faut en conclure que les *secrétions d'origine expérimentale n'ont absolument rien de physiologique.*

Cette dernière conclusion imposerait quelques réserves si elle ne s'appuyait que sur l'observation clinique seule, les confins du domaine physiologique étant aussi vagues que la notion de sécrétion elle-même.

Mais, outre qu'elle est logique en soi, cette conclusion découle aussi d'autres sources moins imprécises.

La plus importante de ces sources est la *cause même* qui prête aux méthodes expérimentales (fistule gastrique, etc.), leur influence nuisible sur le travail digestif.

Cette cause réside dans le trouble profond que ces méthodes jettent dans l'évolution des divers phénomènes dynamiques qui se déroulent dans un ordre invariable pendant la digestion normale.

C'est là que se trouvera, je crois, le dernier mot de l'énigme.

J'aurai ailleurs l'occasion de revenir sur ce point avec quelques

éléments positifs. Mais je reconnais que cette étude, qui ne fut jamais abordée, n'est pas bien avancée.

Chaque expérimentateur exécutant sur l'estomac des opérations chirurgicales plus ou moins compliquées, prétend obtenir le suc gastrique le plus pur, le plus physiologique. Comme tous ces liquides sont loin de se ressembler et possèdent des constitutions respectives qui souvent sont *diamétralement opposées*, il s'en suit avec évidence qu'ils ne peuvent pas tous représenter le type physiologique unique que l'on cherche et que l'on suppose exister.

Tout cela n'est pas clair, et l'expérimentation pure ne paraît guère appelée à le clarifier.

Il semble même que la physiologie n'ait jamais entrevu dans son épanouissement total le rôle général de la digestion gastrique.

Fascinée par la belle découverte d'Eberlé, elle n'a jamais voulu y voir qu'une peptonisation et quelques autres actes chimiques autonomes.

L'étude des applications cliniques la dévoilent sous un autre jour.

Elle est bien un peu cela, mais elle est aussi et surtout autre chose.

La digestion représente un tout beaucoup plus complexe que la simple peptonisation dont le tube à essai peut reproduire l'image. C'est un ensemble de phénomènes parfaitement coordonnés entre eux et dans leurs rapports avec l'organisme. *Aucun* de ces phénomènes n'est *autonome* ; ils dépendent tous les uns des autres et de l'état organique général. Leur action combinée, *limitée à l'effort que l'individu peut fournir*, s'harmonise avec cet effort et lui est proportionnel.

Chez le même sujet, cet effort n'est pas constant, l'expérience le montre. Il peut même varier, s'affaisser ou s'exalter, au point de troubler cette harmonie générale et d'entraver le développement normal de certains phénomènes digestifs en exaltant les autres. C'est là que commence la dyspepsie qui n'est pas *uniquement chimique*.

Les actes chimiques ne sont que des *phases partielles* de ce tout qu'est la digestion. Celle-ci n'est elle même que la *phase initiale* du travail organique général que fournit l'ensemble des fonctions de l'individu. L'individu seul est autonome.

Il apparaît ainsi que la digestion gastrique a une portée plus élevée que la valeur, bien restreinte, de l'action chimique qu'elle opère sur l'aliment. Qu'elle amorce, devrait-on dire, car c'est dans l'estomac que *s'ouvre* le grand cycle des transformations successives que les substances ingérées subissent à travers l'économie. C'est là, sous l'influence d'un déclanchement qui précède ou accompagne l'attaque alimentaire,

que naît l'onde réactionnelle, essence de la vie, qui se propage dans tout l'organisme et dont l'évanouissement est la mort de l'individu.

Les faits démontrent cette conception ; elle découle plus particulièment du rôle que joue le chlorure de sodium dans l'économie.

Je n'ai, dans ce qui précède, mentionné que les rares faits qui ont exercé une incontestable influence sur la marche de nos connaissances en chimie gastrique.

Mais bien d'autres travaux sur le même sujet ou sur des sujets connexes ont été effectués pendant cette période 1852-1878. La plupart d'entre eux traitent de particularités, parfois importantes, mais trop spéciales pour être rappelées ici. D'autres ne sont faits que de spéculations ou de critiques sans intérêt.

La genèse de l'HCl commence, à ce moment-là, à fixer l'attention de ceux qui se sont rangés du côté des conclusions de Bidder et Schmidt.

Maly (1874), par exemple, émet deux hypothèses. Selon l'une la muqueuse gastrique fournit de l'acide sarcolactique qui, par réaction sur les chlorures alcalins, donne secondairement de l'HCl. Cette hypothèse se retrouve à la base des travaux d'Ewald et fut plus tard (1886) reprise et discutée par Landwehr.

Selon l'autre, l'HCl se formerait dans le sang par l'action réciproque du phosphate neutre de soude sur le chlorure de calcium, en vertu de la réaction :

$$2Na^2HPO^4 + 3CaCl^2 = Ca^3(PO^4)^2 + 4NaCl + 2HCl.$$

L'HCl formé jouissant d'un grand pouvoir de diffusion passerait facilement du sang dans l'estomac.

A la même époque (1874) Ralfe admet que la formation *intra-cellulaire* de l'Hcl résulte d'une action électrolytique s'exerçant sur un mélange dissous de bicarbonate de soude et de chlorure de sodium :

$$NaHCO^3 + NaCl = Na^2CO^3 + HCl.$$

Ces hypothèses, dont chacune renferme peut-être une parcelle de vérité, sont surtout intéressantes parce qu'elles nous tiennent au courant des préoccupations du jour : on a hâte de trouver une explication acceptable de l'existence de l'HCl dans l'estomac et l'on invoque pour cela des mécanismes en rapport avec l'état scientifique du moment.

Mais jusqu'ici aucune preuve matérielle n'a été produite en faveur de l'une quelconque de ces théories. Il n'est même pas certain que de nos jours la science soit plus à même qu'alors de concevoir le mécanisme vrai de cette genèse.

La vie nous cache encore plus d'un mystère et l'on aurait tort de comprendre quand même ce qui n'est pas encore compréhensible.

Ces hypothèses démontrent aussi que l'on s'efforçait de découvrir

une explication complaisante capable de concilier les résultats de Bidder et Schmidt, affirmant la présence de l'HCl dans l'estomac, et ceux de Claude Bernard ne reconnaissant que l'acide lactique comme acide gastrique (1).

L'hypothèse de Maly-Landwehr satisfait assez convenablement les deux opinions.

Pepsine. — Peptones. — Le pepsine, sa genèse, ses propriétés, son mode d'action ont, durant cette période, fait l'objet de nombreuses recherches. Il en est de même des peptones, de leur formation et de leur constitution chimique. Comme je consacrerai un petit chapitre spécial à chacune de ces substances, j'y indiquerai les principaux travaux qui les concernent.

Sécrétions. — La sécrétion gastrique proprement dite a, elle aussi, suscité d'importantes études. Mais il y a beaucoup de flottement dans la précision des auteurs et l'on a de la peine à discerner le sens exact que chacun attache au mot sécrétion. Je m'explique.

La notion de sécrétion est née le jour où l'on (Réaumur) s'aperçut avec certitude que l'organisme fournit *un liquide dissolvant* à l'estomac.

Elle se vulgarise avec les observations très précises de Beaumont, avec l'emploi des fistules gastriques (Blondlot, Bidder et Schmidt) et surtout avec la découverte de la pepsine et de son adjuvant nécessaire, le milieu acide.

On ne parle, à ce moment, que d'une sécrétion gastrique unique à laquelle on suppose une constitution identique chez tous les individus d'une même espèce. On lui suppose, par conséquent, des proportions relatives d'eau, de pepsine, d'acide, etc... constantes.

Dans cette hypothèse il serait permis d'employer l'une pour l'autre les expressions : sécrétion gastrique, sécrétion acide, sécrétion peptique, etc..., comme cela se faisait déjà et se fait encore couramment.

Mais dès cette époque surgissent des observations qui plaident contre cette synonymie ; on n'y prêta aucune attention.

C'est d'abord une expérience remarquable de Claude Bernard (2) cherchant à déterminer le siège, dans la paroi stomacale, de la sécrétion acide.

Cette expérience que je rappellerai dans un instant, établit entre les

(1) Beaucoup d'auteurs actuels citent Claude Bernard parmi ceux qui ont démontré l'existence d'une sécrétion d'HCl. C'est là une erreur matérielle. Il suffit pour s'en convaincre de lire ses dernières leçons (1872-1873) sur cette question.

(2) Claude Bernard : Liquides de l'organisme, t. II, p. 375.

termes : sécrétion gastrique et sécrétion acide, une distinction formelle dont on ne semble guère s'être aperçu.

Ce sont ensuite des études qui concluent à l'existence de plusieurs sucs gastriques, et des controverses sur l'activité peptique de ces différentes sécrétions.

Cette prétendue pluralité sécrétoire de l'estomac et ces controverses me paraissent bien plutôt se rattacher à la *grande variabilité chimique* d'un seul et même suc gastrique. Je crois que les auteurs ont trop facilement créé des espèces distinctes d'après des caractères différenciels qui n'ont rien de spécifique.

Quoi qu'il en soit, ces divergences dans les résultats des observations démontrent pour le moins que la sécrétion gastrique n'est pas toujours identique à elle-même ; que sa richesse peptique, notamment, varie beaucoup suivant des conditions obscures. Cela suffisait pour imposer des réserves sur l'équivalence, admise et pratiquée, des expressions : sécrétion stomacale et sécrétion peptique.

On a vu plus haut que bien avant la découverte de la pepsine de semblables discussions s'étaient déjà élevées. Carminati et Berzélius en avaient souligné l'importance en leur consacrant une interprétation. Les théories et le langage qui ont prévalu peu à peu par la suite n'en ont tenu aucun compte. C'est le plus grave reproche que que l'on puisse faire à un système scientifique.

Voici l'expérience de Claude Bernard ; elle ne vise que l'acidité. Elle repose sur ce fait qu'une solution acide d'un persel de fer, additionnée de ferrocyanure de potassium, donne du bleu de Prusse insoluble dans l'HCl.

En injectant du lactate de fer dans une veine convenable et du ferrocyanure dans une autre, Bernard n'obtint de bleu de Prusse qu'à la *surface* de la muqueuse gastrique et n'en trouva pas dans sa profondeur.

Ce résultat, contrôlé depuis par d'autres, n'admet que deux explications logiques : ou bien les substances injectées ne peuvent se rencontrer qu'à la surface de la muqueuse — cela paraît bien improbable — et dans ce cas l'expérience est indécise ; ou bien l'acidité n'apparaît qu'à l'*extérieur* des glandes, dans l'estomac même, et il en résulte qu'il n'y a pas, à proprement parler, de sécrétion acide et, *a fortiori*, pas de siège spécial de formation et de préexistence de l'acide dans les cellules glandulaires.

Malgré l'évidente signification du fait observé, Claude Bernard n'osa pas conclure d'une manière définitive. Comme il ne songeait qu'à fixer le siège de la sécrétion acide il ne pensa, sans doute, pas aux

autres conséquences et se contenta de reconnaître que l'expérience ne lui avait fourni *aucun* renseignement sur l'objet particulier de son application.

Admettons, au pis aller, que cette expérience, bien que contrôlée depuis, n'ait pas de signification générale ou qu'elle laisse subsister un doute sur sa sincérité. Ici encore ce doute suffisait pour imposer de la discrétion dans l'emploi synonymique des expressions: sécrétion gastrique et sécrétion acide, dont la première signifie *seulement* : production de liquide, et dont la seconde implique l'idée d'un liquide *acide à priori*, c'est-à-dire acide avant son expulsion par les glandes.

Plus loin je signalerai, sur ce même sujet, quelques expériences *personnelles* plus significatives encore que l'expérience de Claude Bernard.

Comme on le voit, des faits importants se dressent en travers de la synonymie en question. Comme on n'en tient compte nulle part, des obscurités fâcheuses enveloppent fréquemment la pensée des auteurs. Ils parlent de sécrétion en général et ils entendent presque toujours parler d'acidité, de richesse peptique, etc... Ces réserves étant faites, voici, sous bénéfice d'inventaire, ce que l'on admettait, ce que l'on admet encore de la sécrétion gastrique.

Il y aurait trois sortes de sécrétions : une sécrétion acide, une sécrétion pylorique alcaline et une sécrétion de mucus. Elles correspondraient à trois variétés d'éléments cellulaires. Le liquide acide se formerait dans les cellules de revêtement (Haidenhain), le suc pylorique alcalin dans les cellules principales, le mucus dans l'épithelium. Nous venons de voir que l'expérience de Claude Bernard n'a pas confirmé cette distinction.

La sécrétion pylorique serait riche en pepsine suivant les uns (Ebstein et Grutzner, 1873, — Klemensiewicz, 1875), peptiquement inerte suivant les autres (Von Wittich, 1874). Tout cela, vu de près est très obscur. Vu d'un peu plus haut, du point de vue de la variabilité chimique, cela s'explique assez.

Ces sécrétions sont, *depuis longtemps*, depuis Bidder et Schmidt surtout, considérées comme les *effets d'actes réflexes* et résulteraient, selon Frerichs, de la fonte des cellules glandulaires. Cette dernière opinion paraît aussi invraisemblable que l'influence reflexe paraît fondée.

Motricité. — La motricité gastrique n'avait pas encore à l'époque, suscité de recherches directes. Mais ce que le hasard de l'observation avait appris était fort précis, plus précis que tout ce que la clinique a pu recueillir depuis en se fondant sur l'action ou l'inaction du suc gastrique sur certains médicaments. Il est, en effet, très plausible

d'admettre que l'estomac brûle parfois la politesse à ces substances et expulse ce qu'il devrait, théoriquement, conserver ou dissout et conserve ce qu'il devrait expulser. Ces caprices, aussi explicables que la variabilité chimique de la sécrétion *dont ils dépendent sans doute*, enlèvent toute valeur probante à ces expériences cliniques.

Indépendamment des mouvements péristaltiques de l'estomac, déjà constatés par Spallanzani (voir plus haut), Beaumont nous légua des observations importantes sur le séjour des aliments dans l'estomac.

On peut les résumer en disant que chez son canadien l'estomac expulsait assez rapidement les aliments les plus variés.

Plus tard *Busch* vit, chez une femme atteinte d'une fistule intestinale voisine de l'estomac, que les aliments commencent à apparaître dans l'intestin de *douze* à *trente* minutes après leur ingestion et que l'estomac est vide quatre heures environ après les repas les plus copieux.

Cependant la nuit l'évacuation, chez sa malade, était moins rapide et il lui arriva de retrouver le lendemain matin dans l'estomac une partie des aliments ingérés la veille au soir.

Ce sont à peu près les seuls renseignements sur la motricité gastrique connus à l'époque. S'ils ne sont pas très variés ils sont, en tous les cas, très précis dans leur matérialité. Mais on ne saurait en tirer d'autre conclusion générale que celle-ci : *Chez l'homme les aliments ne séjournent que peu de temps dans l'estomac.*

Il en est, d'ailleurs, de même chez la plupart des carnivores, peut-être chez tous. A cet égard l'homme se range nettement à côté d'eux.

L'emploi de la sonde gastrique nous permettra, plus tard, de contrôler et de compléter ces renseignements.

En somme cette période de 1852 à 1878, période *purement expérimentale*, ne nous a guère légué, au point de vue spécial du chimisme gastrique, que des à peu près et des discussions pleines d'obscurités. C'est cependant à cette période ambigüe que nous avons emprunté les principales théories, encore en cours, des phénomènes chimiques de la digestion stomacale.

III

En 1878 (1) M. Ch. Richet jette un peu de lumière parmi ces ténèbres chimiques. De son beau travail, plein de documents intéressants se dégage une sensation bienfaisante de vérité.

(1) *Ch. Richet*. Du suc gastrique chez l'homme et les animaux. Paris 1878. — Rev. gén. de la R. des Sc. médic., t. XII. 1878. — Semaine médicale. Juillet 1889.

« L'acide du suc gastrique, dit M. Richet, est produit par une sorte de dédoublement chimique d'une matière contenant du chlore, sous l'influence de l'oxygène du sang ».

Comme par ailleurs M. Richet indique l'HCl comme l'acide stomacal probable, il faut en conclure que, selon sa pensée, les glandes fournissent une substance chlorée qui, par oxydation *dans l'estomac*, donne de l'HCl que l'on y retrouve sous la forme d'un chlorhydrate acide, quelque chose comme du chlorhydrate de leucine.

Cette hypothèse fut presque aussitôt combattue par Ewald qui, s'attachant trop à la lettre de l'énoncé, rechercha la leucine dans l'estomac et n'en trouva pas. Elle ne laissa du reste que peu de traces dans l'histoire du suc gastrique.

J'en suis d'autant plus surpris que les moyens chimiques utilisés par M. Richet étaient excellents bien qu'indirects, et que son hypothèse sur la forme combinée de l'HCl était de nature à expliquer les nombreuses contradictions qui existaient manifestement entre les divers travaux sur l'acidité connus à cette époque.

Il semble que la raison principale de l'échec de la théorie de M. Richet réside dans cette circonstance que ses procédés chimiques n'atteignaient pas directement l'HCl combiné supposé et ne le mettaient pas explicitement en évidence. Peut-être aussi son hypothèse nous apparaît-elle plus claire aujourd'hui parce que des moyens directs ont réellement démontré, depuis, l'existence d'une forme chlorhydro-organique de l'acidité gastrique.

Voici maintenant, en quelques mots, comment M. Richet fut conduit à son hypothèse :

Comme Beaumont il eut à sa disposition un sujet (Marcellin) porteur d'une fistule gastrique accidentelle.

En faisant l'analyse du suc gastrique de son malade par le procédé de Bidder et Schmidt, c'est-à-dire en y dosant d'une part le chlore total et de l'autre toutes les bases minérales, il y trouva constamment, comme les auteurs allemands, un excès de chlore non lié à des bases minérales.

Il en a conclu que les liquides examinés renferment un acide *chloré*. Du reste, il fit non seulement des analyses de sucs gastriques humains mais aussi de sucs gastriques de poisson. Les résultats furent analogues.

Il cite cependant un exemple où la somme des bases minérales s'est trouvée supérieure au chlore total. Cette constatation est fort intéressante.

Il étudia ensuite l'acidité des liquides par la méthode du *coefficient de partage* de Berthelot. Voici le principe de cette méthode.

Une solution aqueuse d'un acide, traitée par l'éther, lui cède une partie de cet acide et conserve le reste. Le partage, toutes choses égales, se fait suivant un rapport *constant et caractéristique pour chaque acide.* Il suffit, pour fixer ce rapport, de faire le dosage acidimétrique de l'éther et du liquide épuisé et de comparer les deux résultats.

Le coefficient trouvé par M. Richet pour le suc gastrique humain étant très élevé, il en a conclu que l'acide gastrique appartient au groupe des acides minéraux. Ce résultat, complétant l'analyse chlorométrique suivant Bidder et Schmidt, lui fit admettre la présence d'HCl dans le suc gastrique.

Pour affirmer davantage encore cette conclusion, M. Richet, fit heureusement, appel à quelques propriétés bien connues des solutions d'HCl.

On sait, par exemple, qu'un acétate alcalin, en présence d'HCl, donne de l'acide acétique et un chlorure alcalin. Cette réaction s'accomplissant dans une dissolution, le coefficient de partage acidimétrique de celle-ci devient, après réaction, celui de l'acide acétique.

En appliquant ce principe au suc gastrique, considéré comme solution d'HCl, M. Richet constata qu'il *ne se comporte nullement* comme un milieu de cette espèce. Cela nous rappelle avec une remarquable insistance, les réactions négatives de Claude Bernard et Bareswill (voir plus haut).

Devant de pareils résultats M. Richet poussa ses recherches encore plus loin. Il dyalisa, dans des conditions identiques, du suc gastrique et une solution d'HCl. *Ils se comportèrent de façons absolument différentes.* Il fallut, du coup, dire adieu à l'HCl libre.

Pour expliquer ses singulières constatations M. Richet, mieux inspiré que Claude Bernard qui n'a pas cru devoir refaire les analyses de Bidder et Schmidt, pensa que l'*acide chloré de l'estomac n'est pas de l'Hcl libre, mais un acide chloro-organique analogue au chlorhydrate de leucine.* Il eût été difficile de conclure autrement de ces expériences.

Cette hypothèse n'explique pas toutes les particularités que l'observation, infiniment variée, de la clinique nous a fait connaître depuis. Mais elle constituait un immense progrès sur le passé rempli de contradictions et d'obscurités.

En mettant en scène un acide chlorhydrique *atténué, à genèse progressive*, l'hypothèse de M. Richet se plaçait à coup sûr sinon, peut-être, dans le chemin de la vérité absolue, du moins dans celui de la logique des phénomènes naturels. « *Natura non facit saltus.* »

En 1879 Ewald (1) accomplit une heureuse innovation en faisant de l'analyse du suc gastrique un élément important de la séméiologie stomacale.

A partir de ce moment jusqu'à nos jours, la plupart des recherches exécutées sur le suc gastrique vont s'atteler aux problèmes pratiques soulevés par cette application. Nous entrons dans la période clinique du chimisme stomacal et la physiologie passe au second plan.

Le problème tel qu'il se présentait à Ewald était d'autant plus compliqué qu'il se posait pour la première fois. Quelle formule analytique convenait aux besoins de la pratique ? Comment se procurer aisément du liquide gastrique ?

Ewald résolut très simplement et très commodément la deuxième de ces questions ; mais il y a lieu de faire des réserves sur la manière dont il a compris et résolu la première.

L'estomac, chez l'homme, étant vide à jeun ou devant l'être physiologiquement, on ne pouvait pas, pour instituer un système d'examen *pratique* applicable à tout le monde, songer, avec les physiologistes, à opérer sur du suc gastrique pur, exempt d'aliments et obtenu soit à jeun, soit au moyen de fistules gastriques. Il fallait trouver autre chose.

Ewald et Boas (2) imaginèrent de faire prendre à leurs malades, à jeun, un repas d'épreuve qu'ils laissaient séjourner pendant une heure dans l'estomac. Ils en prélevaient alors un échantillon qu'ils analysaient.

Le repas d'épreuve sur lequel ils ont arrêté leur choix se composait de pain et de thé en proportions invariables. J'en donnerai le détail dans l'un des chapitres suivants.

L'extraction se pratiquait, comme aujourd'hui encore, à l'aide de la sonde demi-molle en caoutchouc dont l'usage commençait à se vulgariser grâce aux travaux sur le lavage de l'estomac, de Kussmaul (1867-1870), de Biedert (1873), d'Ewald lui-même, de Leube(1876) et de Faucher (1879).

La technique suivie était celle que l'on désigne habituellement sous le nom de *Méthode d'expression;* en voici le principe : la sonde étant en place dans l'estomac, pour obtenir l'expulsion du liquide stomacal, on fait tousser le malade et on lui comprime légèrement la région épigastrique.

Le moment choisi (60 minutes après le repas) pour effectuer cette

---

(1) Ewald. Leçons sur la digestion, 1879.

(2) Boas a très activement collaboré à ces premières recherches du professeur Ewald.

extraction n'était pas abitraire. Ewald et Boas en étudiant au préalable l'acidité de leur repas pendant le cours de sa digestion, avaient constaté qu'elle passe, physiologiquement, par un maximum vers la soixantième minute. C'est ce moment qui leur parut le plus favorable pour l'examen chimique.

Il faut reconnaître que tous ces détails d'ordre technique, nouveaux à l'époque, avaient été réglés avec soin et sagacité par Ewald et Boas. Ils ont, sur ce point, créé un modèle que leurs successeurs n'ont eu que la peine d'imiter.

On a objecté maintes fois, depuis, que les liquides ainsi obtenus, mélanges d'aliments et de suc gastrique, ne reflètent aucunement la constitution vraie de la sécrétion stomacale elle-même.

Cette objection ne présente que peu d'intérêt quand l'analyse et les indications que l'on en tire, pivotent autour du concept d'Ewald, adopté, du reste, par tous les cliniciens. Cette analyse ne comporte, en effet, que la détermination et l'utilisation de quelques caractères chimiques (acidité, pouvoir peptique, acide gras) que l'on n'interprète *pas sous leurs valeurs absolues*, *mais sous les valeurs relatives* qu'on obtient en les comparant à celles du même repas d'épreuve provenant d'un estomac supposé normal.

Dans ces conditions, il n'est pas nécessaire de connaître la constitution de la sécrétion elle-même. Car en ne demandant à l'analyse que *des plus* et *des moins* ; en donnant toujours le même repas, c'est-à-dire en introduisant toujours les *mêmes* causes déformantes du liquide sécrété, on *peut* être en droit d'admettre que les *plus* et les *moins* constatés correspondent à des fluctuations corrélatives de la secrétion.

Mais l'objection deviendrait importante si l'on s'avisait à tenir compte non plus seulement des valeurs relatives de l'analyse, mais aussi des valeurs absolues. Celles-ci n'ont pas la signification simple des autres et tombent directement dans le champ de l'objection.

Elle serait également importante si certaines des quantités mesurées que l'on croit d'origine secrétoire ne l'étaient pas ; si d'autres causes que la secrétion influençaient la marche des éléments dosés, etc., etc.

J'aurai, plus loin, à envisager très sérieusement ces divers côtés de la question qui, jusqu'ici, sont demeurés dans l'ombre des préoccupations de la pratique.

Remarquons seulement qu'en se servant de valeurs absolues dont on serait certain qu'elles proviennent de la secrétion (1), on se créérait

(1) Je démontrerai par ailleurs que le chlore total remplit cette condition dans une large mesure.

la possibilité de contrôler la marche de celle-ci avec plus ou moins de rigueur. Le cadre des applications de l'analyse stomacale s'en élargirait considérablement.

On a souvent aussi critiqué le repas d'épreuve d'Ewal. Beaucoup de médecins le remplacent par d'autres, quelconques, qu'ils prétendent plus rationnels.

Ces critiques, plus superficielles que profondes, ne renferment aucun argument décisif contre lui. Il a, certes, comme tous ses concurrents d'ailleurs, quelques défauts que je signalerai à l'occasion ; mais ces défaillances sont grandement rachetées par ses multiples avantages pour le but à atteindre.

Il s'adapte certainement très bien au pouvoir dissolvant de l'estomac humain. En le modifiant *sans une étude préalable et complète* de son remplaçant, on compromet la signification pratique des nouveaux résultats.

On peut, en somme, dire que la question de l'obtention du liquide stomacal, question qui se présentait à l'origine avec des apparences complexes, a été résolue par Ewald et Boas avec beaucoup de simplicité.

Voyons à présent le côté analyse. Pour faire de l'état chimique un auxiliaire utile de la clinique il fallut établir un schéma d'analyse et une interprétation convenable des résultats.

Pour cela Ewald et Boas se basèrent sur la conception physiologique de la digestion stomacale. Cette conception à l'époque était déjà, à peu de chose près, ce qu'elle est encore aujourd'hui.

On peut en traduire l'esprit par une image simple : L'estomac est un petit laboratoire de chimie où des réactifs *préparés d'avance* par les cellules glandulaires de sa muqueuse et déversés dans sa cavité au moment du besoin, effectuent avec les aliments un certain nombre de réactions qui aboutissent à certaines transformations de ces aliments.

Les trois réactifs principaux que cette théorie suppose ainsi préformés dans les glandes sont : l'acide chlorhydrique, la pepsine et le ferment lab. Pour Ewald l'acide de sécrétion proprement dit était l'acide lactique qui, par son action immédiate sur les chlorures, engendrait de l'HCl. Cette petite variante que j'ai déjà mentionnée plus haut, qui fut soutenue par Claude Bernard et Maly et qui a encore de nos jours un certain nombre de défenseurs, n'a plus grand intérêt aujourd'hui.

La pepsine et l'HCl, sans s'user eux-mêmes, transforment les matières albuminoïdes en *peptones*, en les faisant passer par une série d'états intermédiaires.

Cela découle des expériences *in vitro* d'Eberlé, maintes fois contrôlées depuis. Le ferment lab, dont les effets avaient déjà été signalés par Spallanzani (voir plus haut), coagule le lait avant qu'il ne soit attaqué par la pepsine et les ferments intestinaux.

Les substances amylacées aboutissent, dans l'estomac, au maltose en passant, eux aussi, par une série intermédiaire de produits ; leurs transformations seraient dues à des ferments *salivaires*.

Enfin, il était admis au temps d'Ewald, comme encore de nos jours, que les acides organiques constituent, dans l'estomac, des substances pathogènes (acides de fermentation). J'ai déjà dit plus haut ce qu'il faut penser de cette opinion singulière qui ne repose que sur un malentendu.

C'est avec ces éléments qu'Ewald et Boas créèrent leur méthode d'analyse. Dans le liquide extrait par la sonde, suivant le *modus faciendi* mentionné, ils dosaient l'acidité totale, l'HCl libre, la pepsine et, dans la mesure du possible, les acides organiques. Ils y recherchaient, en outre, les peptones et les produits de la digestion amylacée.

L'interprétation de ces dosages découlait de la conception même qui les avait inspirés en utilisant, comme termes de comparaison, les résultats fournis par un liquide normal.

On constatait de la sorte, d'un sujet à l'autre, des fluctuations des substances dosées autour du niveau normal, et l'on en concluait directement que l'activité digestive était supérieure ou inférieure à la normale ; qu'il y avait dyspepsie par défaut ou par excès.

Quand il y avait excès d'acides organiques on concluait à la dyspepsie par fermentation anormale. Quand, enfin, l'état chimique, défini par ces quelques dosages incertains, était normal et l'état clinique anormal, on concluait à la dyspepsie nerveuse.

Le mécanisme général de l'application de l'analyse chimique à la clinique d'après Ewald n'était, en somme, pas bien compliqué. Il reste à savoir si cette application, ainsi comprise, avait une valeur séméiologique quelconque.

Ce n'est pas ici le lieu de répondre à cette question qui sera étudiée et discutée dans les chapitres suivants. Il faut, en effet, pour y répondre, envisager et discuter, d'une part, la conception qui constitue le fond de la tentative d'Ewald et Boas ; et d'autre part, leur technique analytique.

Je ne puis que soulever ici quelques doutes qui découlent immédiatement des faits, *absolument positifs*, que j'ai rapportés plus haut.

L'élément principal, unique pour ainsi dire, des appréciations

d'Ewald et Boas était l'HCl. « *L'acide chlorydrique*, écrivait *Ewald, est le thermomètre de la digestion.* » Ce précepte est demeuré pour tous les médecins, jusqu'à nos jours, le *guide* de l'interprétation des analyses stomacales. Les autres dosages et réactions effectuées par Ewald et Boas et leurs successeurs, n'étaient que des éléments de contrôle de second ordre. Ce n'était que l'état-major de l'HCl libre.

L'HCl étant, pour tout le monde, une substance sécrétée que le travail chimique de l'estomac n'altère pas, ses fluctuations pouvaient, dans les limites indiquées plus haut, être considérées comme parallèles à celles de la sécrétion elle-même.

Comme, d'autre part, cette secrétion était, dans l'esprit de la conception théorique courante, proportionnelle à l'activité chimique de la digestion, il y avait réellement quelque raison à accorder à l'HCl le crédit dont il jouit.

Mais l'HCl, celui que dosaient Ewald et Boas et tous leurs imitateurs, est-il bien un élément de sécrétion ? Je ne poserai que cette seule question ici, en considérant, provisoirement, les dosages d'Ewald et Boas comme exacts. Bien d'autres se présenteront par la suite.

Relisons avec soin tout ce qui précède ; nous y voyons que si certains expérimentateurs ont rencontré de l'HCl *dans l'estomac*, d'autres n'en ont pas trouvé ; je dois même dire que ce sont ces derniers (Claude Bernard et Barreswill, Ch. Richet) qui ont fourni les arguments chimiques les plus probants en faveur de leurs observations négatives.

L'HCl est donc sûrement un élément *très inconstant de la sécrétion, il se modifie ou se détruit pendant l'acte digestif.* C'est déjà bien grave pour la conception classique.

Mais il y a mieux ; la seule expérience qui ait été tentée pour prouver *directement* la sécrétion chlorhydrique fut *négative* ; c'est celle de Claude Bernard, rapportée plus haut. On peut y joindre l'analyse chimique de Charles Richet où cet auteur trouva, dans un suc gastrique, plus de bases fixes que de chlore total. Dans ce cas il n'y avait *sûrement* pas eu de sécrétion *chlorhydrique*, bien qu'il y eût sécrétion. On peut, enfin, rappeler aussi les expériences si contradictoires sur l'acidité pendant la première période des recherches sur le suc gastrique. Si d'aucuns ont trouvé des liquides *acides*, d'autres en trouvèrent qui étaient neutres, voire même alcalins. On ne voit pas bien une sécrétion chlorhydrique engendrant des liquides alcalins. Si singulière qu'apparaisse parfois la chimie des êtres vivants, son particularisme ne va pas encore jusque là.

Il convient, pour en démêler l'importance, de rapprocher ces divers

faits. Isolés, ils ont l'aspect d'anomalies suspectes ; groupés, ils forment un puissant faisceau doctrinal qu'il n'est pas permis d'ignorer.

De ce rapprochement surgit un *inéluctable doute* à l'égard de la sécrétion chlorhydrique. Ce doute ira grandissant par la suite.

Du moment que le doute peut ainsi pénétrer dans l'édifice chimico-clinique d'Ewald et Boas, c'est que cet édifice a des fissures ; c'est que ses fondements, la conception chimique de la digestion gastrique, sont chancelants.

Si l'HCl n'est pas une sécrétion ; s'il peut, sécrétion ou non, disparaître ou se modifier sous l'influence même de la digestion, *ses fluctuations ne sont plus parallèles à celles de la sécrétion* et ne répondent plus aux espérances cliniques fondées sur lui ; et le mécanisme d'application de l'analyse imaginé par Ewald et Boas se trouve en défaut.

Cela ne signifie pas, toutefois, que la présence ou l'absence d'HCl libre dans un repas d'épreuve n'ait pas de sens du tout ; mais cela signifie que la valeur séméiologique de cet acide n'a ni l'étendue ni la certitude qu'on s'était habitué à lui reconnaître. On lui demandait trop ; il n'a donné que ce qu'il a pu.

L'expérience a, du reste, prouvé très rapidement l'insuffisance du concept d'Ewald. Mais au lieu d'en incriminer la théorie qui lui sert de base, on s'en est pris à la technique chimique de cet auteur.

La preuve nous en est fournie par le nombre relativement considérable de méthodes chimiques qui se sont, coup sur coup, substituées à celle d'Ewald et Boas.

Ces méthodes, bien que simples en général, sont plus compliquées qu'elle. Elles n'ont, par conséquent, pu se constituer qu'à la faveur des incertitudes qu'elle fit naître et sous l'énergique pression de besoins pratiques.

C'est ainsi qu'il importe de voir les choses pour donner à leur évolution une signification logique.

Il résulte, en somme, de ces considérations que la formule analytique d'Ewald et Boas et l'interprétation qu'ils donnaient à leurs résultats, ne répondaient que très imparfaitement au but poursuivi.

Cette insuffisance que l'histoire n'a guère enregistrée parce qu'elle est contraire aux idées régnantes et *paraît incompatible* avec la découverte d'Eberlé, ne doit pas trop surprendre. N'est-ce pas le sort de toutes les innovations d'être imparfaites et de s'appuyer sur quelques illusions ? Le mérite d'Ewald comme innovateur n'en est pas atteint ; sa manière d'innover est seule en cause.

Avant de quitter les travaux d'Ewald, il me reste à signaler que pour

contrôler la motricité gastrique, cet auteur (1) faisait absorber du salol qui n'étant décomposé qu'en liqueur alcaline, devait passer *intact* dans l'intestin. On recherchait au bout de combien de temps ses composants (acide salicylique et phénol) faisaient leur apparition dans l'urine. Sachant que, normalement, cette apparition se fait au bout d'une demi-heure environ, les retards étaient enregistrés comme symptomatiques de la dilatation et de l'évacuation stomacale retardée.

Ce procédé, à ma connaissance, n'est plus usité aujourd'hui. J'ai, du reste, dit plus haut qu'il convient de faire toutes réserves sur l'exactitude des indications fournies par les méthodes de ce genre ; car il est certain, d'après ce qui précède et d'après tout ce que nous avons appris depuis, *que l'acidité ne constitue pas un caractère absolu et permanent du milieu gastrique.* Et remarque curieuse, cela découle presque des observations d'Ewald lui-même.

Les recherches d'Ewald furent l'origine d'un important mouvement vers la chimie clinique de l'estomac. Ce mouvement se propagea d'abord en Allemagne et dans le nord de l'Europe. La France n'emboîta le pas qu'assez tardivement avec Germain Sée.

Fidèles au précepte du maître ses élèves et ses imitateurs s'attelèrent avec ardeur à l'étude des fluctuations de l'HCl dans les dyspepsies. Le procédé chimique se ramènant à trois déterminations simples : dosage de l'acidité totale, qualification de l'HCl par diverses matières colorantes, recherche des acides gras, tout médecin pouvait se permettre l'analyse au lit même du malade.

On obtenait une valeur approchée de l'HCl en estimant l'intensité relative des réactions colorimétriques. Déduction étant faite de la quantité ainsi trouvée, le reste de l'acidité totale se répartissait entre les phosphates et les acides gras.

Mais peu à peu d'autres procédés se substituèrent à cette technique par trop incertaine. Les nouvelles valeurs de l'HCl ne s'accordant pas plus entre elles qu'elles ne s'accordaient avec les réactions colorimétriques en usage, on s'adressa à d'autres matières colorantes et on imagina des réactifs plus sensibles.

Longue est la liste des substances colorantes tour à tour essayées et abandonnées. Quelques unes, cependant, sont restées dans la pratique et sont encore employées de nos jours.

Le réactif qui, rapidement, s'attacha tous les suffrages est le réactif de Günzburg dont je donnerai la formule ailleurs. C'est avec lui que Germain Sée fit ses recherches en France. Il est très sensible à l'HCl ;

(1) Ewald et Siewers, 1887 ; Therap. Monatsch. Von Leibreich, Langgaard u. Rabow.

mais il ne l'est pas plus que le violet de méthyle et son emploi est plus délicat.

Les publications faites pendant la période 1878-1888 sont très nombreuses. Elles n'apportent absolument rien de nouveau à l'histoire du suc gastrique et je ne m'y arrêterai pas. C'est une époque d'essais et de tâtonnements. La préoccupation générale, unique, est l'étude des caractères chlorhydriques et peptiques des dyspepsies.

Bien que beaucoup de ces publications présentent un intérêt documentaire considérable, elles n'ont pas, toutefois, réussi à créer une orientation définitive. Cela tient à deux causes très faciles à discerner.

La première est que l'HCl d'Ewald (pas celui de Bidder et Schmidt) constitue l'unique pivot de toutes les argumentations.

La seconde est l'hétérogénéité des valeurs de cet HCl indiquées par les divers auteurs. Chacun avait sa méthode de dosage. Comme ces méthodes ne concordaient pas entre elles, leurs indications n'étaient pas comparables.

Il est bon de constater que quelques médecins, notamment Cahn en Allemagne et Mathieu en France, soulevèrent, au sujet de ces dosages disparates, une objection intéressante que nous allons avoir à examiner de très près. Ils ont fait remarquer que la présence de l'albumine et des peptones dans les liquides gastriques *masque* les réactions colorantes de l'acide chlorhydrique. J'ajoute que si cette objection est fondée pour les matières colorantes elle l'est aussi pour le réactif de Günzburg dont les indications sont absolument parallèles à celle du violet de méthyle par exemple. Elle revêt, dès lors, un caractère plus général et plus important que ne le supposaient ses auteurs.

Dans l'ordre historique c'est ici que se placent les recherches que nous avons publiées, M. le professeur Hayem et moi, dans le *Chimisme stomacal* (1891). Comme ces recherches seront, plus loin, rappelées en détail, je ne mentionnerai ici que le fait scientifique nouveau qui en fut le prélude.

Quand, en 1888, M. Hayem, à la suite des communications très remarquées de Germain Sée, se proposa d'étudier le Chimisme gastrique des chlorotiques, il me demanda de lui faire des analyses d'après le procédé d'Ewald.

Les premiers résultats m'ayant paru peu satisfaisants, j'eus l'idée d'en contrôler l'exactitude par un procédé chlorométrique. J'ignorais, à ce moment, les travaux de Bidder et Schmidt et ceux de Ch. Richet. Cette remarque a sa valeur car il est probable que si je les avais connus j'aurais tenté d'effectuer mon contrôle d'après la marche opératoire fort compliquée des premiers et y aurais vite renoncé. Le dosage

de quantités parfois infimes de bases minérales dans de très petits volumes de repas d'épreuves, fortement chargés de matières organiques dissoutes, eût été impraticable dans la plupart des cas.

Comme je ne visais, dans la solution gastrique, que l'HCl *libre* d'Ewald, j'établis d'abord une première forme de contrôle chlorométrique en dosant l'HCl perdu par l'évaporation et une légère calcination subséquente des liquides. Ce procédé me servit même pendant quelque temps pour les analyses ; il a été, pour cette raison, consigné dans l'un des ouvrages de M. Hayem (1).

Je m'aperçus bientôt que la perte de chlore était variable avec le degré de la calcination. Je pensai à l'action sur les chlorures des phosphates acides et de certains acides organiques (acétique, lactique). Le dosage direct de ces substances étant *incapable* de justifier les pertes observées, je dus renoncer à mon procédé.

Après quelques tâtonnements je vis que pour avoir des résultats constants il fallait pousser la calcination à fond. Cette constatation me parut significative ; elle m'incita à étudier séparément les diverses portions de chlore perdues pendant l'évaporation et la calcination.

Voici, en quelques mots, ce que m'apprit cette étude. Le mélange gastrique peut, indépendamment de chlorures minéraux fixes, renfermer :

1) Un acide chloré, *volatil* à 100°-110°, possédant tous les caractères de l'acide chlorhydrique, se comportant, en somme, comme un acide minéral.

2) Un acide chloré *fixe* (ou un mélange), destructible seulement par la calcination à partir de 140° environ, avec dégagement chlorhydrique et d'un peu de chlorhydrate d'ammoniaque, et se comportant comme un acide *organique*.

J'ai désigné le premier par acide chlorhydrique *libre* et le second par chlore *combiné*.

Le premier réagissant sur les diverses matières colorantes usitées pour les analyses stomacales et sur le réactif de Günzburg répondait exactement à l'HCl d'Ewald.

Le second n'étant sensible à *aucun* de ces réactifs avait, pour cette raison, passé inaperçu. La clinique, aux soupçons près de quelques médecins que je viens de nommer, avait passé à côté sans s'en douter.

La somme de ces deux acides est habituellement à peu près égale à l'acidité totale du liquide. Nous aurons cependant à apporter, en temps

(1) G. Hayem : Du sang et de ses altérations anatomiques ; 1879, p. 636.

et lieu, quelques restrictions significatives à la généralité de cet énoncé.

Nous voilà donc ramenés, par une voie chlorométrique plus simple et aussi exacte que celle de Bidder et Schmidt, au principe fondamental de ces auteurs, mais avec une interprétation toute différente du résultat (voir plus haut).

Ce résultat s'accordait, en outre, très bien avec les observations de M. Ch. Richet et apportait en quelque sorte une sanction matérielle à son hypothèse. Il expliquait également ces réactions négatives pour l'HCl, signalés par tant d'expérimentateurs différents et qui avaient jeté un trouble si profond dans les discussions sur l'acidité gastrique. Nous verrons, en effet, par la suite, que l'HCl libre, celui d'Ewald, fait bien souvent défaut dans les repas d'épreuve tandis que l'autre ne manque à peu près jamais.

Ce chlore combiné, élément nouveau pour la clinique, offrait matière à recherches nouvelles.

Ce sont les travaux entrepris par M. Hayem et moi, sur cette donnée nouvelle, que nous avons développés dans le *Chimisme stomacal* de 1891 et qui seront détaillés plus loin et complétés par d'autres plus récents.

Mais une conséquence pratique immédiate de cette étude chimique préliminaire doit être indiquée ici parce que je l'ai déjà fait pressentir précédemment. Cette conséquence eût été considérable si l'on en avait tenu compte et serait suffisante, à elle seule, pour justifier le dosage du chlore combiné dans toutes les analyses gastriques. La voici :

Dans le concept d'Ewald cette partie de l'acidité qui ne correspondait pas aux indications des réactifs de l'HCl était considérée soit comme phosphatique, soit comme organique, c'est-à-dire comme plus ou moins anormale.

Sous l'influence de cette théorie les dyspepsies par fermentation acides et anormales étaient devenus très fréquentes.

L'HCl d'Ewald étant, d'après ce que je viens de montrer, l'HCl libre de mes analyses, il en résulte que la majeure partie, voire même la totalité de l'acidité qu'Ewald considérait comme *anormale*, n'était, en vérité, autre que l'acidité du chlore combiné, puisque l'acidité totale n'a pas en général, d'autres contituants que ces deux acides chlorés. La notion d'HCl combiné détruisait donc par le fait la légende des fermentations organiques.

Malgré l'évidence de cette remarque, étayée sur des faits précis, la force de l'habitude a prévalu et les dyspepsies à acides anormaux sont demeurées presque aussi fréquentes que par le passé. Mais je me demande comment on les justifie encore dans la plupart des cas.

L'apparition de l'acide chlorhydrique combiné n'a guère modifié, d'ailleurs, les idées courantes sur l'acte digestif et sur la manière d'envisager et d'interpréter une analyse gastrique. On lui fit, en général, bon accueil. La plupart des médecins l'ont depuis envisagé comme de l'HCl *égaré* parmi les résidus de la peptonisation ; et si les uns le considèrent comme perdu pour la digestion, d'autres admettent que sa présence, en acidifiant le milieu au même titre que l'HCl libre lui-même, conserve à ce milieu son pouvoir peptonisant.

Les uns le dosent isolément comme je l'ai indiqué à l'époque; d'autres le titrent en bloc avec l'HCl libre ; d'autres continuent, pour leurs analyses, à se servir des réactifs colorants dont l'emploi exclue son dosage; d'autres, enfin, cherchent à le mesurer par des moyens détournés. Je n'ai pas à discuter ici ces différents points de vue ; je me contente de les signaler. Mais il n'est pas inutile de constater que tous, dans leurs communications, parlent d'HCl comme si les différentes méthodes adoptées mesuraient une seule et même substance.

Il y a là un danger évident ; et pour peu que cela continue cette branche scientifique sera bientôt une véritable tour de Babel.

Parmi les hypothèses qui figurent dans le *Chimisme stomacal* (1) il en est une qui fut vivement combattue. La voici :

Certaines de nos observations m'avaient poussé à dire que *l'HCl n'est pas une sécrétion, qu'il se forme dans l'estomac même pendant l'acte digestif et que le chlore n'est secrété que sous la forme de chlorures alcalins.*

Beaucoup de faits déjà anciens, bien groupés, auraient permis, ainsi que je viens de le montrer, d'émettre depuis longtemps déjà cette hypothèse que nos recherches étaient, d'ailleurs, de nature à suggérer d'emblée. Elle parut inadmissible et contraire aux observations faites soit sur des *liquides à jeun* soit sur des sucs gastriques *obtenus à l'aide de fistules*.

C'est toujours le même système de discussion déplorable. On se sert, pour discuter, d'observations favorables à la cause que l'on soutient et on néglige les autres. La vérité doit cadrer avec *tous* les faits. Et s'il n'existe pas aujourd'hui de théorie qui les englobe tous on doit s'efforcer de la trouver. Il est, en tous les cas, nécessaire de signaler la contradiction qui se dégage des expériences.

Je reprendrai plus loin, avec des faits nouveaux, cette hypothèse controversée et d'ordre purement spéculatif jusqu'ici. Je suis convaincu qu'elle commencera à paraître moins étrange le jour où les esprits seront davantage orientés vers l'humorisme physique.

---

(1) *Chimisme stomacal*, par G. Hayem et J. Winter, 1891, p. 123.

Malgré le décousu des doctrines régnantes l'étude chimique des Gastropathies n'a cessé, depuis 1890, de se développer et de se généraliser.

D'importants travaux sur des points d'ordre pratique sont venus consacrer l'intérêt qui s'attache de plus en plus à cette science naissante.

Ces travaux ne peuvent être analysés ici.

Mais dans le domaine propre du chimisme physiologique je ne vois que très peu de faits ayant, depuis, hâté l'évolution des connaissances théoriques sur les phénomènes *gastriques*. Cela devient, d'ailleurs, très difficile.

Je pourrais donc, pour rester fidèle au programme que je me suis tracé, arrêter ici cette courte revue historique. Mais il ne me semble pas possible de passer sans dire quelques mots des travaux de Frémont et de ceux de Pawlow qui eurent quelque retentissement.

Ces travaux sont trop récents et trop connus pour avoir besoin d'être rappelés dans leur matérialité. Je désire seulement en tirer quelques conséquences importantes.

En 1895 (1), le Dr *Frémont*, pour des raisons diverses exposées dans son travail, eut l'idée d'isoler totalement l'estomac de l'œsophage et du duodenum qu'il réunissait directement entre eux.

L'estomac, conservant toutes ses autres liaisons avec l'organisme, n'eût donc été qu'un ballon captif flottant dans la cavité abdominale, s'il n'avait été fixé à la peau par une fistule destinée à donner issue au suc gastrique.

La plupart des chiens ainsi opérés survécurent, ce qui permit à M. Frémont de faire d'importantes observations que je passe pour la plupart.

Il semble évident, qu'en tant qu'opération, cette tentative, hardie et heureuse, doit comporter quelques enseignements utiles. Mais ce qui nous intéresse, nous, c'est de constater que la *substance propre* de l'estomac ne subit, par le fait de cet isolement, que des *dommages minimes* et que l'anomalie essentielle qui en résulte pour l'organe est son *incapacité absolue* d'évacuer son contenu par ses propres moyens.

En ce qui concerne la sécrétion et sa constitution chimique, je retiens qu'elle est *continue* sinon absolument régulière, et que son état chimique et physique est peu variable ; elle est riche en HCl libre et en ferment peptique, sans trop d'exagération. On peut en obtenir de semblables, sans opération et sans fistule, chez le chien parfaitement physiologique.

(1) *Estomac isolé*, par le Dr Frémont, 1895.

En somme, ce qu'il faut retenir, c'est la *continuité* de la sécrétion dont les caractères physiques (notamment le point de congélation) sont ceux de toute sécrétion continue.

M. Frémont pense que ses liquides représentent le type normal de suc gastrique. Il n'y a pas plus de suc gastrique normal qu'il n'y a de fumée normale, de chapeau normal, etc., etc. Nous reparlerons de cela ailleurs.

Les travaux de Pawlow et de ses élèves se meuvent dans un cadre bien plus étendu. Ils rappellent ceux de Bidder et Schmidt et, comme eux, embrassent les diverses digestions gastro-intestinales, au moins dans leurs tendances physiologiques sinon dans leurs résultats chimiques.

La publication des leçons où Pawlow exposa ces travaux, fit beaucoup de bruit. L'ouvrage fut traduit dans plusieurs langues. J'en ai lu la traduction française (1) ; elle ne m'a pas séduit, bien que les faits y soient présentés avec beaucoup d'habileté.

L'ouvrage renferme un grand nombre d'observations intéressantes ; cela s'explique d'ailleurs, toute une génération de jeunes médecins y ayant collaboré. Mais la plupart d'entre elles, quoi qu'en pense Pawlow, ne sont pas nouvelles en tant que documents ; la *méthode expérimentale seule* est à peu près nouvelle.

Si les faits, bien que plus ou moins renouvelés d'autres, sont importants, il n'en est plus de même des explications qui les accompagnent ; elles sont généralement insignifiantes. Je pensais y trouver la solution de certaines questions demeurées obscures ; il n'en est rien.

Parmi les faits observés beaucoup se prêtaient à des rapprochements importants. Pawlow passa à côté.

Dans ce livre, la physiologie positive flirte trop avec la psychologie. Toutes les explications ont pour pivot exclusif l'*adaptation* et le rôle de l'*excitant chimique*. C'est commode et plaît beaucoup, en général, aux médecins ; mais c'est insuffisant.

Sous ce rapport ce livre tout jeune est déjà bien vieux. L'*adaptation* est un *mot* déjà ancien ; il masque une ignorance ; c'est ce masque que je m'attendais à voir disparaître dans quelques cas particuliers. Mais passons.

De tous les documents positifs de ce livre, ce sont les mesures quantitatives de la sécrétion gastrique qui m'ont le plus intéressé.

On sait que pour étudier la sécrétion stomacale, Pawlow, par une section partielle à travers la paroi gastrique, réalise un estomac bi-

(1) *Le travail des glandes digestives.* — Leçons de J. Pawlow ; traduction française de Pachon et Sabrazès (1901).

lobé. Des deux cavités qui en résultent et qui sont *totalement* isolées l'une de l'autre par un plancher artificiel, la plus grande, conservant la situation normale de l'estomac, maintient la communication entre l'œsophage et l'intestin et reçoit les aliments dont on veut étudier le pouvoir excitant sur les glandes.

La plus petite ne communique qu'avec l'extérieur par une fistule qui la rattache à la peau. C'est par cette fistule que l'on recueille, sans mélange d'aliments, le suc gastrique sécrété dans cette petite poche pendant la digestion des aliments dans la grande.

Remarquons que dans ce procédé extraordinaire, la substance propre de l'estomac subit un dommage profond, incalculable ; mais l'estomac (grande poche) conserve néanmoins la faculté, quelque peu émoussée, d'évacuer son contenu dans le duodnéum par ses propres moyens.

C'est l'opposé de ce que nous avons vu chez les opérés de Frémont.

De l'étude, suivant ce procédé, des quantités de liquides sécrétées, Paulow conclut (1) que pour les *mêmes* quantités d'un aliment on obtient, dans le même temps, les mêmes volumes de sucs gastriques et pancréatiques. C'est là un résultat intéressant et un point de vue.

Ce que Pawlow ne relève pas et que ses chiffres, suivant ses courbes, indiquent, *c'est que les vitesses de secrétion vont en diminuant du commencement à la fin de la digestion ; c'est aussi que ses digestions durent bien longtemps !* Ce sont là d'autres points de vue, beaucoup plus intéressants que le premier ; et vus sous cet aspect ses résultats *ne sont plus nouveaux du tout* comme il le pense. Il croit aussi qu'une théorie explicite de cette marche de la sécrétion n'est pas possible. Nous verrons cela ailleurs.

De ces constatations, les seules qu'il m'importait de relever, je veux seulement conclure que chez les chiens de Pawlow la sécrétion gastrique est *intermittente* puisque sa vitesse va constamment en diminuant.

C'est donc encore l'opposé de ce que nous avons vu chez les chiens de Frémont dont la sécrétion est *continue*.

Pawlow ayant, en fait d'analyses chimiques, donné seulement quelques acidités, il m'est difficile d'avoir une idée précise de l'état chimique de ses sécrétions. Les acidités qu'il cite sont si élevées qu'elles atteignent les maximas possibles que l'on ne rencontre que très exceptionnellement dans certaines néoplasies où elles sont organiques (2).

---

(1) Loc. cit. p. 32, 33, 34, 35.
(2) Cette élévation de l'acidité pourrait bien être le résultat de la concentration que les sécrétions de Pawlow subissent pendant leur écoulement très lent.

Cela suffit néanmoins pour conclure qu'ici encore il y a conflit entre les observations de Frémont et celles de Pawlow.

Il y a, en somme, entre les deux séries expérimentales des divergences profondes sur des points que je considère comme absolument fondamentaux. On ne les a jamais relevées.

Pawlow, comme M. Frémont, prétend que ses sécrétions sont normales. Où est la vérité ?

J'ignore ce que la Physiologie tirera de ces travaux. J'indiquerai ailleurs ce que, sans la moindre effusion de sang, peut donner le tubage courant sur ces divers points.

Mais, pour finir, il me paraît juste de dire des expériences de Pawlow qu'en raison même de son procédé opératoire, véritable jeu de massacre sur l'estomac qui n'en est plus un, bon nombre de ses résultats ne sauraient, en quoi que ce soit, se prétendre l'image de ceux que peut fournir un estomac physiologique.

L'avenir de la physiologie du travail glandulaire ne me paraît décidément pas là. Je ne vois pas non plus la pratique s'aider de semblables moyens ; les malades trouveraient la plaisanterie mauvaise.

L'étude des digestions par la sonde doit seule nous inspirer confiance. La vérité, certes, y est plus voilée, plus complexe, mais le succès final n'en sera que plus méritoire.

Constatons encore que les *seuls* progrès accomplis dans l'étude de la *constitution chimique* du suc gastrique l'ont été par l'emploi de méthodes chlorométriques. Les procédés indirects et colorimétriques n'ont servi, jusqu'ici, qu'à brouiller la clarté des connaissances acquises.

Paris, le 1er Août 1905.

SUR UNE COLLECTION DE REPTILES

RECUEILLIE DANS LE HAUT-TONKIN, PAR M. LE DOCTEUR LOUIS VAILLANT

par **M. F. MOCQUARD**

Pendant un séjour assez prolongé dans le Nord du Tonkin, à Cao-Bang et Bao-Lac, sur la frontière de Chine, région peu explorée jusqu'à ce jour, M. le Dr Louis Vaillant, médecin du corps de santé de l'armée coloniale, réunit une collection de Reptiles qui, pour n'être pas très nombreuse, n'en renferme pas moins, à côté d'une espèce qui ne figurait pas encore dans les collections du Muséum, deux espèces nouvelles, fort intéressantes surtout par leur système de coloration. Les diagnoses de ces espèces ont paru dans le *Bulletin du Muséum* (1905, p. 76) ; mais elles méritent d'être mieux connues et figurées : c'est pourquoi j'en donne ici une description complète accompagnée de planches, avec l'énumération de toutes les espèces composant la collection.

1. *Ophisauris Ludovici*, Mocq. (Fig. 1).

Bulletin du Muséum, 1905, p. 76.

Membres nuls ; orifice auditif plus petit que la narine, qui s'ouvre entre les 2 premières supéro-labiales et 4 nasales ; 3 internasales sur une ligne transversale, les 2 externes petites ; en arrière de l'internasale médiane est un second bouclier impair, en contact extérieurement avec la seconde nasale ; viennent ensuite deux paires de préfrontales c'est par erreur que le dessinateur a représenté sur la Fig. 1-b, la préfrontale droite de la paire antérieure avec un prolongement qui arrive au contact de la frontale et qui est absolument imaginaire, celles de la paire postérieure les plus grandes, symétriques, séparées de la narine par 3 paires de boucliers, y compris les préfrontales de la paire antérieure. Pas de préfrontale impaire ; frontale presque aussi large en avant qu'en arrière, largement en contact avec les préfrontales de la seconde paire ; interpariétale triangulaire, plus

large à sa base que les pariétales ; occipitale plus petite que les écailles dorsales qui la suivent ; cinq susoculaires, dont les 3 antérieures bordent la frontale.

Écailles dorsales disposées en 16 séries longitudinales et 128 séries transversales depuis la tête jusqu'à la base de la queue, les 8 séries longitndinales moyennes pourvues de carènes formant ensemble autant de crêtes longitudinales parallèles ; écailles ventrales lisses, en 10 séries longitudinales, celles des 4 séries moyennes 2 fois aussi larges que longues.

La queue est mutilée, reproduite à son extrémité sur une longueur de 12^{mm}, celle de la partie conservée étant de 50^{mm} ; les écailles sur cette dernière partie sont toutes carénées, les ventrales plus étroites et plus fortement carénées que les dorsales ; celles de la portion reproduite de la queue sont lisses.

Face dorsale gris de sable, avec de petites taches noires disséminées, dont une série médiane régulière se continuant sur la queue. Face ventrale d'un brun sombre uniforme, plus foncé sur les flancs au-dessus du repli latéral, et d'où partent des prolongements anguleux qui remontent vers la face dorsale. La partie reproduite de la queue a une teinte jaune paille uniforme.

Un seul spécimen, d'une longueur totale de 202^{mm}, dont 140 de l'extrémité du museau au cloaque. Il provient de Bao-Lac.

Cette espèce se distingue immédiatement de *Ophisaurus gracilis* Gray, par l'absence de préfrontale impaire et par sa coloration, qui présente cette singularité, qu'on observe assez rarement, d'être très claire sur les parties supérieures et sombre sur la face opposée. C'est généralement le contraire qui a lieu, la lumière favorisant, comme on le sait, le développement des pigments. Comme exception à cette règle, je puis citer encore le cas, récemment mis en lumière, d'un Batracien anoure de Colombie, *Ctenophrynus Geayi*, Mocq. (*Bull. Mus.*, 1904, p. 309), chez lequel on constate une semblable inversion d'intensité de coloration des faces dorsale et ventrale. La connaissance des mœurs des espèces où on l'observe donnerait probablement l'explication de ce phénomène.

2. *Typhlops braminus*, Daudin, 3 ex. de Cao-Bang.
3. *Calamaria septentrionalis*, Boulgr., 1 ex. de Cao-Bang.

Cette espèce est nouvelle pour le Muséum.

4. *Polyodontophis collaris*, Gray, 1 ex. de Bao-Lac.
5. *Amphiesma stolatum*, L., 1 ex. de Cao-Bang.

RECTIFICATION :

Le *Coluber* décrit à la page 319 sous le nom de *C. Vaillanti* est identique à *C. taeniatus* Cope.

F. Mocquard.

6. *Amphiesma subminiatum*, Schleg. ♀, 2 ex. de Bao-Lac.
7. *Coluber Vaillanti*, Mocq. (Fig. 2).

Bull. du Muséum, 1905, p. 76.

Rostrale un tiers plus large que haute, la longueur de sa partie supérieure égale à celle de la suture des internasales, qui est contenue deux fois et demie dans la suture entre les préfrontales. Frontale à bord antérieur transversal, sensiblement plus longue que large, aussi longue que sa distance à la rostale, notablement plus courte que les pariétales, beaucoup plus large que les susoculaires ; frénale 2 fois aussi longue que haute ; préoculaire assez largement séparée de la frontale, avec une petite sousoculaire sous-jacente ; diamètre horizontal de l'œil contenu 2 fois dans la longueur du museau ; 2 postoculaires ; 3 temporales en première rangée, dont l'inférieure est 2 fois plus longue que la moyenne, qui est la plus courte, celles qui suivent étant disposés irrégulièrement ; 9 supéro-labiales, la 5e et la 6e bordant l'œil, la 8e de beaucoup la plus grande ; 12 ou 13 inféro-labiales, les 6 premières en contact avec les sous-mandibulaires antérieures, qui sont plus longues et plus larges que les postérieures.

Ecailles du tronc en 23 séries longitudinales, distinctement carénées, surtout dans la partie postérieure du tronc, où celles de la rangée externe seulement sont lisses. Gastrostéges au nombre de 256, obtusément anguleuses latéralement ; anale divisée ; 106 urostéges en double série, à part les 2e, 3e et 4e qui sont simples.

La teinte fondamentale dorsale est un gris cendré, olivâtre sur la tête, avec une large bande noire longitudinale partant de la région frénale et occupant toute la région temporale, et, dans le tiers antérieur du tronc, une série de taches dorsales noires en forme de H, avec lesquelles alternent, sur les flancs, une autre série de taches également noires ayant la forme de fuseaux allongés. Dans le tiers moyen du tronc, ces fuseaux et les jambages des taches en H deviennent plus courts ; un ocelle gris clair apparaît à leur centre, puis ils pâlissent peu à peu et, semblent, en même temps que les ocelles disparaissent, se fusionner de chaque côté pour donner naissance à une bande d'un brun d'abord très pâle, mais passant graduellement au noir, qui s'étend sur toute la hauteur des flancs, coupée par des stries transversales gris clair. Ces bandes se continuent sur les côtés de la queue, mais sans stries transversales, jusqu'à son extrémité, et sont séparées par une bande médio-dorsale blanc grisâtre, d'une largeur de 3 écailles dans le tronc. La face ventrale, de même que la lèvre supérieure, a cette même teinte claire ; mais sur les extrémités externes et redressées des gastrostéges apparaissent, dès le tiers moyen du tronc, des taches brun

sombre et allongées qui, d'abord mal délimitées du côté dorsal, prennent peu à peu la forme de barres longitudinales. Dans la partie postérieure du tronc, ces barres se réunissent de chaque côté en une bande continue d'un brun noirâtre, qui s'étend ensuite jusqu'à l'extrémité

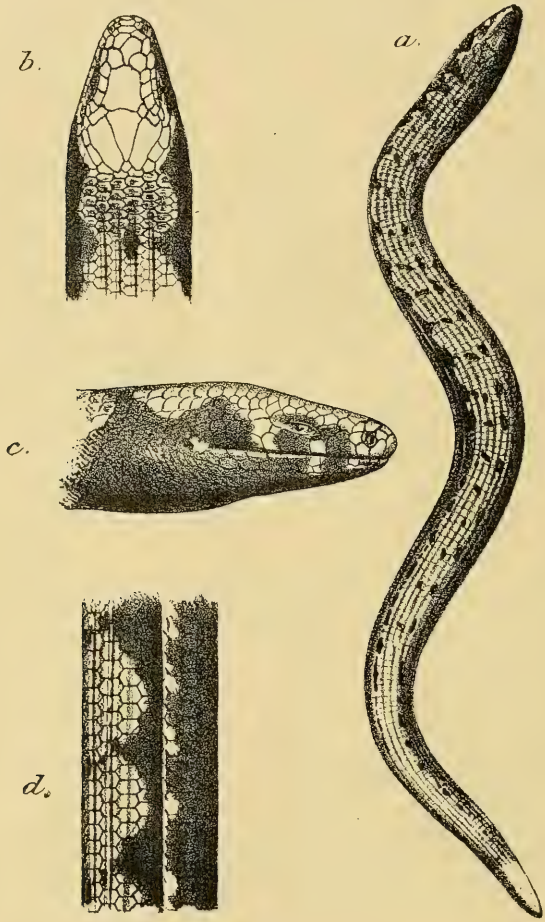


Fig. 1.

de la queue et qui est séparée de la bande noire latéro-dorsale correspondante par une bande blanche large de 2 écailles. La queue se trouve ainsi parcourue par 4 bandes noires séparées par autant d'intervalles blanc crême.

Cette espèce est représentée par un seul spécimen ♂ mesurant $1^m,24$ de longueur totale, dont $0^m,26$ pour la queue, et provenant de Cao-Bang.

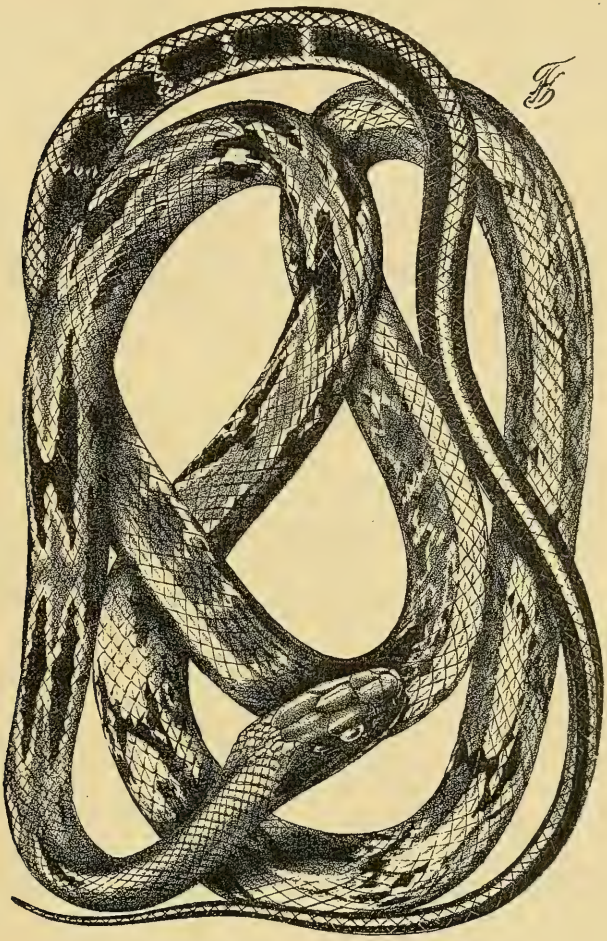


Fig. 2.

Elle a des affinités avec *Coluber Mœllendorffii*, Boettger (1), de Chine et du Tonkin, et surtout avec *C. Schmakeri*, Boettger (2), des îles Loo Choo, dont la coloration paraît assez semblable ; mais elle se distingue immédiatement de l'une et de l'autre par 23 séries d'écailles au lieu de 27.

Un mot encore sur la coloration, fort remarquable, de l'espèce que nous venons de décrire. Les teintes qu'on y observe, tout en restant, constamment disposées avec une symétrie et une régularité parfaites, sont dans un état continuel de transformation sur toute la longueur du tronc. La coloration se modifie ainsi sans cesse d'avant en arrière pour arriver, par un passage graduel et continu, à un état définitif plus simple et toujours symétrique, qui persiste sans changement sur toute la longueur de la queue, mais qui n'a plus rien de commun avec celui de la partie antérieure du tronc, dont cependant il dérive. Il arrive assez fréquemment, chez les Ophidiens, que des teintes bien accusées dans la partie antérieure du corps disparaissent dans la partie postérieure ou que d'autres apparaissent brusquement ; mais il est bien rare qu'un système de coloration, d'abord nettement caractérisé, se transforme progressivement, comme dans le cas qui nous occupe, en un autre tout à fait différent.

8. *Lycodon semicinctus*, Boié. ♀	1 ex.	—	Cao-Bang.
9. *Simotes formosanus*, Günthr. ♂ . . .	1	—	Bao-Lac.
10. *Dendrophis pictus*, Gmel	1	—	Cao-Bang.
11. *Amblycephalus Mœllendorffii*, Boettgr .	4	—	»
12. *Bungarus candidus*, L.	1	—	»
13. *Naja Tripudiaus*, var. *sputatrix*, Boié .	1	—	Bao-Lac.
14. *Trimeresurus gramineus*, Shaw	2	—	»

Fig. 1. *Ophisaurus Ludovici.*
a. Vue dorsale. 3/4 de grandeur naturelle.
b. La tête vue d'en haut.
c. La tête vue de côté.
d. Vue latérale du tronc.

Fig. 2. *Coluber Vaillanti.* 3/4 de grandeur naturelle.

(1) *Berichte des Offenbar Vereins für Naturkunde,* 1888, p. 72, pl. I, fig. 1.
(2) *Ibid.*, 1895, p. 108.

ÉTUDES ANATOMIQUES

SUR

LES MONSTRES COMPOSÉS

I

CHAT MONOCÉPHALIEN DÉRADELPHE

PAR

Étienne RABAUD

Suivant la conception la plus généralement admise, monstre double évoque l'idée de juxtaposition, de soudure, de fusion tardive ou précoce de deux individus primitivement indépendants; la recherche anatomique se propose alors simplement de voir par où et comment s'est opérée la coalescence.

Considérées à ce point de vue, bien des dispositions restent inexplicables; elles ne s'expliquent, dans tous les cas, qu'à la faveur de considérations imprécises, cadrant mal avec les faits. L'inversion du cœur de l'un des composants, la dualité, la duplicité ou la multiplicité de certains organes donnent nécessairement lieu à des hypothèses compliquées, partant peu vraisemblables.

D'ailleurs, les difficultés ne sont pas moindres — ni pires — si à l'idée d'une coalescence secondaire on substitue celle d'un dédoublement plus ou moins tardif d'un individu unique.

Au demeurant, l'étude purement anatomique des monstres composés ainsi comprise, loin de donner naissance à des notions générales vraies, sert uniquement de base à des considérations hypothétiques, telle que l'affinité de soi pour soi et l'union des parties similaires. La biologie ni l'embryologie n'ont aucun profit à tirer de pareilles

considérations qui paraissent être, et sont effectivement, sans lien avec l'ensemble des données établies.

Dès lors, la monstruosité double — et, du reste, la monstruosité en général — devient un phénomène isolé. Les déductions imprécises qu'elle est susceptible de fournir touchant l'embryologie normale se réduisent à une très petite valeur; c'est bien plutôt le fait anormal qui en appelle à l'embryologie normale que celle-ci aux dispositions tératologiques. Phénomène isolé, le monstre double devient moins encore; il n'est plus qu'une curiosité anatomique incapable de fournir un enseignement; il est à peine besoin de s'en occuper.

A l'heure actuelle, la question se présente sous un jour très différent. D'une part, l'expérimentation et l'observation embryologiques ont montré qu'un monstre double pouvait provenir d'un seul œuf divisé dès le début de la segmentation ou d'un œuf primitivement double ; d'autre part, l'étude de quelques embryons nous laisse prévoir que les deux composants constituent, dès l'origine, un seul tout. Ce ne sont pas deux embryons d'abord indépendants s'amalgamant et se confondant, mais continuant d'évoluer chacun pour son propre compte, — c'est un ensemble dont les parties sont liées aussi bien que celles d'un organisme unique, et cet ensemble se développe au moyen de processus qui lui sont propres.

Sans doute, les données embryologiques sont encore insuffisantes; l'observation directe, en particulier, reste actuellement limitée à quelques individus. Ces données permettent néanmoins d'orienter les recherches anatomiques dans un sens nouveau, à la fois plus large et plus fécond, qui donne à la monstruosité double une véritable importance et laisse prévoir des résultats d'intérêt général. L'anatomiste a sous les yeux un être dont l'apparence superficielle est celle de deux individus soudés, mais qui n'est pas nécessairement cela. Certaines dispositions de cet être résultent de processus qui doivent être considérés en dehors de toute idée préconçue. Ces processus sont parfois extrêmement complexes ; il entre dans leur genèse des éléments variés dont ne sont pas exclues la soudure et la fusion même : toujours ces processus ont une allure propre et l'on ne retrouve point ailleurs leur équivalent. Par suite, la connaissance précise des êtres composés, au lieu de dériver accessoirement des données de l'embryologie normale, apporte une contribution utile à l'étude générale de l'embryologie.

C'est en nous pénétrant de ces considérations que nous avons entrepris la dissection de quelques sujets appartenant à divers types de la monstruosité double. Nous en donnerons la description critique au fur

et à mesure que l'examen de chacun d'eux sera complètement terminé.

Nous ouvrons la série par l'étude d'un chat déradelphe. Cet individu nous a été donné par M. G. Weiss, professeur agrégé à la Faculté de médecine ; nous tenons à lui adresser, dès l'abord, nos plus vifs sentiments de reconnaissance.

1. — EXTÉRIEUR

L'aspect général du monstre double est tout à fait caractéristique : une tête unique ; deux troncs unis jusqu'à l'ombilic, séparés au-dessous ; quatre membres thoraciques. La détermination de Monocéphalien Déradelphe ne fait aucun doute.

Cette caractéristique générale une fois donnée, il convient de reprendre en détail les dispositions morphologiques.

La tête est simple dans toutes ses parties. Cependant, ses dimensions transversales paraissent légèrement plus larges que chez les nouveau-nés normaux de même espèce ; la région occipitale est, en particulier, très large, ainsi que le cou qui lui fait suite.

Le thorax doit être considéré sur ses deux faces. La face que l'on peut considérer comme antérieure, correspondant à la face antérieure du crâne, ne présente rien de particulier, si ce n'est des dimensions transversales relativement grandes. A cette face sont attachés deux membres sur lesquels nous reviendrons tout à l'heure.

La face postérieure, correspondant à la région occipitale de la tête, est divisée en deux parties égales par un sillon assez profond dirigé d'avant en arrière. Ce sillon correspond à la ligne de contact de l'omoplate des deux membres insérés sur cette face.

Les parties latérales du thorax sont constituées, à droite et à gauche, par une colonne vertébrale dont le contour se dessine assez bien sous la peau. A la région inférieure du thorax, chaque colonne vertébrale divise la face latérale correspondante en deux parties égales ; elle remonte vers le crâne, mais elle s'infléchit graduellement vers la face dorsale, se dirigeant vers son homologue pour la rejoindre au niveau de la région occipitale.

Les deux membres thoraciques antérieurs sont plus distants l'un de l'autre, qu'ils ne le sont chez un individu simple ; ils sont normalement situés, leur face dorsale du côté de la tête. Les deux membres postérieurs sont très nettement rapprochés l'un de l'autre, presque adossés. Ils sont convergents et pendent le long du corps. Cette disposition paraît être constante chez les déradelphes ; l'adossement et le rapprochement en arrivent même, dans certains cas, jusqu'à la consti-

tution d'un membre double. Antérieurs ou postérieurs, ces membres présentent parfois des anomalies secondaires : ce n'est point ici le cas. L'unité du tronc existe jusqu'à l'ombilic ; au-dessous, et assez brusquement, se produit la séparation des deux trains postérieurs.

Fig. 1. — Chat Déradelphe (Face antérieure).

Fig. 2. — Chat Déradelphe (Face postérieure).

L'ombilic se trouve dans l'angle de séparation ; le cordon ombilical est simple.

Les deux trains postérieurs sont sensiblement égaux ; chacun d'eux porte deux membres pelviens normaux.

La peau porte un certain nombre de mamelles. Il en existe une paire sur la face antérieure au niveau de l'angle de séparation, la mamelle gauche est située plus en arrière que la mamelle droite. Une seconde paire s'apercoit un peu au-dessous de l'angle de séparation, la gauche toujours en arrière de la droite. Sur la face postérieure existent, à droite de la ligne médiane, quatre mamelles en série linéaire et trois seulement de l'autre côté de la ligne médiane. Les deux dernières, droite et gauche, appartiennent à la région abdominale. En somme la symétrie des mamelles thoraciques est relative au plan médian du thorax double ; il n'y a point entre elles de symétrie si on

les considère par rapport à un même demi-thorax. A l'abdomen au contraire, la symétrie est relative à chaque abdomen pris à part.

Le système pileux est blanc dans son ensemble. Il existe, à la naissance de la queue, sur l'un et l'autre tronc abdominal, une tache noire qui remonte un peu vers le dos, sensiblement comparable des deux parts. Une autre tache noire, assez étendue, se remarque sur la tête ; elle est nettement symétrique, mais cette symétrie peut aussi bien s'observer sur la tête d'un chat simple.

2. — SQUELETTE.

Le squelette est caractérisé par la disposition des colonnes vertébrales. Celles-ci sont symétriques, se regardant par leur face ventrale au niveau du sacrum. A partir de là, chaque colonne effectue un double mouvement de convergence et de torsion. La torsion entraîne les axes à effectuer progressivement une rotation de 45°, de telle sorte que les vertèbres dorsales, et plus encore les vertèbres cervicales, se regardent par leurs faces latérales. S'adjoignant au mouvement de torsion, le mouvement de convergence détermine une disposition hélicoïdale extrêmement nette. Les deux colonnes arrivent presque en contact au niveau du crâne ; elles restent cependant séparées, chacune d'elles ayant son trou occipital.

Une pareille manière d'être est tout à fait générale chez les Déradelphes ; elle est, en quelque sorte, nécessaire : tous les auteurs la signalent ; j'ai pu la constater, non seulement sur l'individu qui nous occupe, mais aussi sur un squelette d'agneau déradelphe conservé au laboratoire d'Anthropologie de l'École des Hautes études. Les variations que l'on observe ont trait à la terminaison crânienne des colonnes cervicales ; suivant les cas, les deux colonnes aboutissent, soit à un large trou occipital commun, soit chacune à un trou spécial. Dans ce dernier cas, les deux trous sont séparés par une lame plus ou moins étendue de substance osseuse que les auteurs croient pouvoir considérer comme les vestiges des parois latérales d'un crâne complet. Il n'y a là, très certainement, nous le verrons, qu'une simple hypothèse.

Quoi qu'il en soit, la disposition des colonnes vertébrales a pour effet de modifier la direction générale du crâne : le plan antéro-postérieur de ce dernier fait un angle de 45° avec le plan antéro-postérieur du sacrum.

De la torsion hélicoïdale des colonnes dépend encore la disposition de la cage thoracique. Celle-ci est double ; tout se passe comme si deux cages largement ouvertes s'étaient affrontées et accolées : les

bords de chacune d'elles étant représentés par un demi sternum, il existe deux sternums correspondant chacun à l'une des faces de l'individu double. Si, par la pensée, l'on sépare l'un de l'autre les deux composants, on constate que, pour chacun d'eux, la cage thoracique est asymétrique ; la symétrie n'existe que par rapport au plan antéro-postérieur du monstre considéré dans son ensemble. La cage thoracique double, en effet (fig. 3), est extrêmement proéminente pour la face antérieure ; elle est peu convexe, presque plane, pour la face postérieure. C'est cette disposition qui est corrélative de la torsion vertébrale. Par suite de cette torsion et de la convergence qui l'accompagne, les côtes appartenant à la face postérieure se dirigent très obliquement en arrière vers le bassin, pour se terminer sur une ligne située à égale distance des deux colonnes et qui est la ligne médiane de la face postérieure de l'individu double. Les deux séries de côtes se rejoignent sur cette ligne médiane; mais, en raison de leur obliquité, elles se rejoignent presque sans voussure.

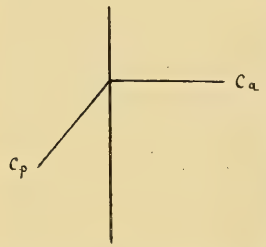


Fig. 3.— Disposition relative des côtes et de la colonne vertébrale d'un composant.
cp, côte postérieure.
ca, côte antérieure.

Les côtes appartenant à la face antérieure ont une direction toute différente, elles sont presque parallèles au plan horizontal, se dirigeant perpendiculairement au plan médian. Ainsi disposées, elles ne peuvent acquérir leur croissance complète qu'à la condition de se diriger en avant et de faire avec le plan frontal un angle d'environ 30°. Cela étant, la rencontre des deux séries de côtes, droite et gauche, s'effectue très en avant du plan frontal ; il en résulte une voussure marquée de la cage thoracique ; il suit de là que le sternum de cette face antérieure est sensiblement plus élevé que celui de la face postérieure.

Le sternum de cette face antérieure est sensiblement plus élevé que celui de la face postérieure.

Le diagramme suivant (fig. 4) indique la différence relative de convexité entre les deux parois costales ; la paroi postérieure est presque plane, la paroi antérieure est, au contraire, très convexe. Ce diagramme met également en lumière ce fait, déjà signalé à propos de la morphologie externe, que la symétrie bilatérale du monstre double existe nettement par rapport au plan médian de l'individu double,

tandis que si l'on sépare, par la pensée, les deux composants, chacun d'eux est tout à fait asymétrique.

La même observation peut être faite en ce qui concerne les omoplates. Si nous considérons l'une après l'autre la face antérieure et la face postérieure du sujet, chacune d'elles porte deux omoplates parfaitement symétriques, donnant attache respectivement aux deux paires de membres thoraciques. Suivant le point de vue classique, les membres symétriques d'une face quelconque appartiennent, chacun, à un composant distinct ; par suite, des deux membres de l'un des composants l'un est antérieur, l'autre est postérieur. Or, ces deux membres sont disposés asymétriquement. Tandis que les omoplates antérieures sont normalement situées par rapport à la cage thoracique et à la colonne vertébrale, les omoplates de la face postérieure très voisines l'une de l'autre ont effectué une rotation de 45° : la direction de l'une d'elles est donc perpendiculaire à la direction de son homonyme de la face antérieure, si l'on considère à part

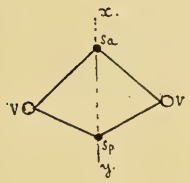


Fig. 4.— Schéma de la cage thoracique. *xy*, axe de symétrie ; *v*, *v*, colonnes vertébrales ; *sa*, sternum antérieur ; *sp*, sternum postérieur.

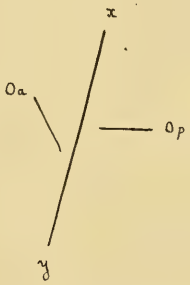


Fig. 5. — Situation relative des omoplates d'un composant. *xy*, colonne vertébrale ; *oa*, omoplate antérieure ; *op*, omoplate postérieure.

chacun des composants. La symétrie n'existe donc encore ici que relativement à l'ensemble du sujet double.

Cette disposition des omoplates postérieures détermine la situation spéciale des membres qui pendent le long du corps. La rotation scapulaire est sans doute passive ; les omoplates conservent en réalité leur situation relative par rapport aux côtes ; elles ont été entraînées par l'extrême obliquité des côtes de la face postérieure (Fig. 5).

Nous avons peu de choses à dire touchant le squelette du crâne. La portion cartilagineuse ne présente aucune particularité saillante ; il

n'y a pas lieu d'insister pour l'instant sur le pont osseux qui sépare les deux trous occipitaux; nous verrons plus loin qu'il n'est pas indispensable de chercher à l'assimiler à des vestiges d'os normaux. Quant au squelette membraneux, il n'était point encore ossifié; la voûte du crâne n'était encore qu'une membrane parcheminée, dans l'épaisseur de laquelle les points d'ossification apparaissaient à peine. Du reste, de l'ensemble des relations publiées, il ressort que cette voûte est généralement celle d'un crâne ordinaire.

3. — MUSCLES

La dissection attentive des muscles, que nous avons pratiquée, ne vaut pas d'être rapportée en détail.

Sur le thorax, chaque face possède ses muscles normaux, comme si elle existait seule, avec cette différence que les masses charnues antérieures sont plus étendues que les masses charnues postérieures; celles-ci sont situées plus bas que celles-là. La seule disposition exceptionnelle qu'il y ait à relever est relative aux muscles scapulaires. Par suite de la rotation subie par les omoplates postérieures, une partie des muscles sous-scapulaires se trouve dégagée de l'omoplate, sans qu'aucune des insertions extrêmes ait varié.

Lesbre (1), sur un agneau déradelphe, n'a rencontré ni sterno-mastoïdien, ni mastoïdo-huméral. Cette absence n'est pas générale, car j'ai pu reconnaître l'un et l'autre muscle. A la face antérieure, les deux muscles mastoïdo-huméraux sont nettement distincts; ils affectent leurs rapports normaux avec les sterno-mastoïdiens : dans la gouttière déterminée par ces muscles se trouve, comme à l'ordinaire, la veine jugulaire. — A la face postérieure on trouve également, de part et d'autre, les mastoïdo-huméraux; mais les sterno-mastoïdiens font défaut, ainsi que la veine jugulaire. Cette disposition est importante; elle marque une simplification de la région du cou qui doit être retenue pour l'interprétation.

Les muscles sterno-huméraux antérieurs existent; les postérieurs font défaut; ils sont, dans tous les cas, réduits à quelques fibres.

De même, les muscles de la région trachelienne, ainsi que le mylo-hyoïdien et le génio-hyoïdien n'existent qu'à la face antérieure.

Les muscles de la tête et du cou sont absolument simples.

Les muscles dorsaux sont en double et viennent s'insérer, chacun, sur l'occipital sensiblement élargi.

---

(1) F. X. Lesbre. — Etude d'un agneau déradelphe. *Journal de l'Anatomie*, 1901.

Les muscles de l'abdomen appartiennent à deux corps indépendants et ne présentent aucune particularité.

La constitution du diaphragme est celle d'un muscle simple, mais exceptionnellement étendu. C'est une membrane musculaire mince dont les fibres rayonnent du centre vers les parois osseuses. Le centre est exactement situé entre les deux colonnes vertébrales ; par suite, il est sensiblement plus rapproché de la face postérieure que de la face antérieure. Du centre, les fibres musculaires se dirigent obliquement en avant, constituant une forte voussure, et vont s'insérer aux côtes. En arrière, au contraire, elles descendent presque verticalement vers les côtes postérieures (fig. 6). Cette différence de direction est, suivant toute évidence, en corrélation avec l'extrême obliquité des côtes postérieures. Le diaphragme est complet en avant ; au contraire, la moitié postérieure gauche manque et, sur cette étendue, les viscères sont simplement revêtus par les membranes séreuses.

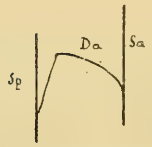


Fig. 6. — Disposition du diaphragme dans le sens antéro-postérieur.
Da, diaphragme ;
Sa, sternum antérieur ;
Sp, sternum postérieur.

Bien qu'il s'insère sur les deux colonnes vertébrales, on ne peut dire que ce diaphragme est double ; il appartient indistinctement aux deux composants ; rien ne révèle dans sa constitution une duplicité quelconque. Il est incomplet, ce qui est assez fréquent. Ici la partie absente est limitée au côté postérieur gauche, mais il doit exister toutes les transitions entre cette forme et celle décrite par Lesbre où le muscle ne paraît s'insérer que sur le squelette d'un seul côté (le gauche).

Le centre est traversé par l'œsophage, qui contracte avec le membrane des adhésions intimes. De part et d'autre de l'œsophage passe une veine cave inférieure.

4. — APPAREIL CIRCULATOIRE

Le cœur est unique. Il occupe, sur la ligne médiane, la voussure du thorax antérieur. Sa direction est légèrement oblique en bas et à gauche, direction, en somme, tout à fait normale. Partiellement recouvert par l'extrémité inférieure d'un volumineux thymus, le cœur repose sur le diaphragme ; il est enveloppé par un péricarde à parois assez minces. L'examen au moyen de coupes sériées met en évidence la simplicité complète de l'organe ; il est constitué par deux ventricules et deux oreillettes ; les parois ventriculaires droites sont moins épaisses

que les parois gauches. Les cavités auriculaires et ventriculaires sont plus réduites qu'à l'état normal. Cette réduction n'implique pas précisément la fusion de deux organes. Aucun orifice anormal n'existe.

Le ventricule gauche est percé d'un large orifice correspondant à un vaisseau artériel long de 2 à 3 millimètres à peine et qui se divise en deux branches secondaires représentant une aorte droite et une aorte gauche. L'aorte droite fournit, presque à son origine, le tronc commun de deux carotides (fig. 7).

Chaque aorte se retourne en crosse après un très court trajet ascendant; elle se divise en arrière et en bas vers la colonne vertébrale correspondant, rencontre le diaphragme et le traverse.

La crosse aortique gauche donne naissance à deux sous-clavières, destinées aux membres thoraciques de ce côté ; ces deux sous-clavières sont distinctes dès leur origine. Au contraire, de l'aorte droite naît un tronc sous-clavier commun qui se bifurque secondairement. Le tronc carotidien, né de la crosse droite, se bifurque après un court trajet en deux carotides primitives ; je n'ai pu retrouver aucune trace d'une double formation carotidienne. Serres (1) signale de petites carotides naissant, à gauche, des sous-clavières ; il en tire argument pour admettre la prépondérance d'un composant sur l'autre. Ni Lesbre, ni Blanc, qui a fait une revue générale de la question (2), ne signalent de disposition sanalogues.

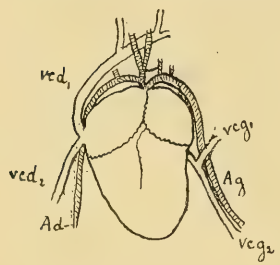


Fig. 7. — Cœur.
vcd$_1$ veine cave supérieure droite ;
vcd$_2$ veine cave inférieure droite ;
vcg$_1$ veine cave supérieure gauche ;
vcg$_2$ veine cave inférieure gauche ;
ad, aorte droite ;
ag, aorte gauche.

Du reste, la description qui précède correspond, à quelques détails près, à certaines des observations publiées. Dans le cas actuel, la bifurcation des grosses artères paraît beaucoup plus précoce qu'à l'ordinaire, et le tronc carotidien acquiert une semi-indépendance qui n'est pas constante. Chez le lièvre disséqué par Serres, les carotides principales naissaient assez haut sur l'aorte droite. Chez le chat étudié par Louis Blanc les carotides sont médianes, mais elles naissent d'une anastomose établie entre les deux crosses. Ce sont là des variations peu importantes en soi, mais traduisant, à mon sens, des phénomènes génétiques

(1) Serres. Principes d'Embryogénie, de Zoogénie et de Tératogénie, pl. X.
(2) Louis Blanc. Etude sur les montres doubles déradelphes. Société linéenne de Lyon 1894.

intéressants sur lesquels nous reviendrons. Je signalerai, à ce point de vue, l'existence d'une fine anastomose entre le tronc carotidien et la sous-clavière la plus voisine issue de la crosse aortique gauche. — En outre de l'appareil aortique, le ventricule gauche donne naissance à une artère pulmonaire qui se divise en deux branches destinées chacune à l'un des poumons antérieurs. Je n'ai pu trouver d'artère pulmonaire pour les poumons postérieurs.

Le système veineux est constitué par deux troncs vasculaires qui débouchent dans l'oreille gauche, au voisinage de la ligne médiane inter-auriculaire par un orifice commun. Chacun de ces troncs, l'un droit, l'autre gauche, résulte de la confluence d'une veine cave supérieure et d'une veine cave inférieure. Cette disposition doit être extrêmement rare ; le plus ordinairement, il n'existe qu'une veine supérieure résumant la circulation veineuse de la partie supérieure du corps, et une seule cave inférieure faisant suite à deux veines lombaires. L'existence de deux veines inférieures a cependant été signalée ; mais non celle de deux veines supérieures complètement indépendantes.

La circulation veineuse du poumon est représentée par deux veines débouchant des poumons antérieurs.

5. — APPAREILS DIGESTIF ET RESPIRATOIRE

La description des organes respiratoires ne peut être séparée de celle de l'œsophage.

Nous trouvons en effet, dans le thorax, immédiatement en arrière du cœur, un conduit cylindrique, cerclé d'arcs rigides de distance en distance, qui a toute l'apparence d'une trachée-artère (fig. 8). Effectivement, à sa partie supérieure se trouve un larynx constitué antérieurement par un cartilage cricoïde et un cartilage thyroïde bien conformés; vers l'extrémité inférieure, au niveau de la base du cœur, ce conduit prend un aspect tout particulier. Il ne se bifurque point, comme une trachée, en deux bronches principales, mais on voit naître, sur sa face antérieure, deux rameaux collatéraux qui se dirigent obliquement en dehors et en avant. Chacun de ces rameaux, portant à son extrémité une masse pulmonaire, correspond à une bronche principale. Immédiatement au-dessous de la naissance de ces bronches, le conduit continue sans ligne de démarcation, si ce n'est que, les arcs cartilagineux disparaissant, on a sous les yeux un véritable œsophage. Celui-ci traverse d'ailleurs le diaphragme et débouche dans l'estomac. Nous nous trouvons donc en présence d'une *trachée-œsophage* dont la moitié antérieure, examinée au microscope, a nettement la structure

respiratoire, et la moitié postérieure, la structure œsophagienne ; la différenciation histologique s'est effectuée, mais elle n'a pas été précédée ou accompagnée d'une individualisation anatomique.

Ce n'est pas tout encore. La paroi postérieure, œsophagienne, donne naissance à un conduit de très petit calibre, débutant par une plaque sensiblement ovalaire, proéminente, constituée par un tissu résistant, et se terminant au niveau des bronches de la trachée-œsophage par deux rameaux portant à l'extrémité une masse pulmonaire ; ce second conduit, accolé au premier presque sur toute sa longeur, est une seconde trachée, celle-ci postérieure, de calibre réduit, surmontée d'un larynx très imparfait représenté par un disque cartilagineux. Ce second larynx s'ouvre à la partie inférieure du larynx de la trachée-œsophage (fig. 8 et 9).

La disposition que nous venons de décrire correspond à l'une des

Fig. 8. — Trachée-œsophage vue de profil. montrant la trachée postérieure.

Fig. 9. — Trachée-œsophage vue par la face postérieure, montrant les orifices des deux bronches principales, ainsi que la forme et les proportions relatives de la trachée postérieure.

modalités possibles parmi celles que l'on rencontre chez les Déradelphes. Chez l'agneau décrit par Lesbre, aucune des deux trachées n'étaient individualisées, mais cependant nettement marquées par la présence de cartilages laryngiens et trachéaux différenciés dans les parois antérieure et postérieure d'un unique œsophage ; c'était une double trachée œsophage comparable au cas actuel. Chez le chat décrit par L. Blanc, la cavité de la tranchée antérieure est également confondue avec celle de l'œsophage ; il n'y a pas de trachée postérieure.

Ces dispositions sont tout à fait significatives quant à la genèse de la monstruosité. Elles ne sont pas, toutefois, générales chez les Déradelphes. Il semble que, le plus souvent, l'individualisation respiratoire s'établit complètement, soit qu'il y ait deux trachées ou une seule. Peut-être en existe-t-il toujours deux ; mais la trachée postérieure

échapperait à l'examen lorsqu'elle est très réduite. C'est ainsi que J.-L. Soubeiran et Luton (1), chez un canard, eurent quelque peine à « constater une trachée d'un très petit calibre, complètement aplatie et rejetée à gauche et en arrière de l'œsophage ». En d'autres circonstances, la différenciation trachéale ne s'effectuerait sous aucune forme et les poumons paraîtraient sortir de l'œsophage.

Quoi qu'il en soit, chaque trachée, confondue ou non avec l'œsophage, se termine, dans le cas présent, par un poumon. Suivant la règle générale, chaque trachée appartient par moitié à chaque composant, particularité qui rend plus significative encore l'existence d'une trachée-œsophage. Chaque composant reçoit un poumon de chaque tranchée ; ces poumons, en l'occurence, sont tous bien formés ; les poumons de la trachée antérieure sont trilobés à droite, bilobés à gauche ; les poumons de la trachée postérieure sont unilobés à gauche, quadrilobés à droite. On remarquera que si on tient à considérer le sujet double individu par individu, l'individu gauche possède un appareil respiratoire assez imparfait.

Une fois effectuée la dérivation bronchique, le conduit trachéo-œsophagien devient un œsophage simple aboutissant à *l'estomac*. Celui-ci est une dilatation en bissac ; mais cet aspect extérieur n'implique nullement la duplicité. Bien au contraire, l'ensemble de l'organe et de ses connexions conduiraient à admettre la simplicité primitive de l'organe. Il est à remarquer, en premier lieu, que l'œsophage débouche à l'extrémité gauche de la dilatation, qui se dirige nettement de gauche à droite. En second lieu, de cette dilatation unique se détache, vers la droite, un intestin grêle simple (fig. 10). Nous ne constatons nullement de symétrie bilatérale par rapport au tube digestif. Cette symétrie se rencontre, il est vrai, assez fréquemment (Lesbre, Soubeiran et Luton, Blanc) ; mais la simplicité n'est pas un fait exceptionnel ; on doit pouvoir établir toute une série de passages graduels qui nous paraissent correspondre, comme nous tenterons de l'expliquer, à de simples variétés du même processus embryologique.

Fig. 10. — Estomac avec le début et la fin de l'intestin grêle ; les deux cœcums.

(1) J.-L. Soubeiran et A. Luton. Description de deux cas de monstruosité comparés. Annales de la Société linnéenne de Maine-et-Loire, 1856, p. 267.

L'intestin grêle, simple sur une grande longueur, décrit divers méandres contenus en entier dans la partie commune de l'abdomen. Il se bifurque tout à fait à son extrémité et chaque branche débouche dans un colon appartenant respectivement aux parties indépendantes de l'abdomen. Ce colon ne décrit aucune circonvolution et descend directement vers l'anus.

La ou les rates et le pancréas ont échappé à mon examen.

Le *foie* constitue une masse volumineuse, proéminent fortement au devant de la masse intestinale, occupant, dans le sens transversal, tout l'espace compris entre les deux colonnes vertébrales. Sa face supérieure est lisse, convexe dans sa plus grande étendue. Cependant, du bord postérieur, à gauche (fig. 11), s'élève une protubérance qui se dirige en haut et légèrement en avant. La face inférieure est particulièrement tourmentée ; elle est séparée en deux parties inégales, droite et gauche, par un sillon profond dans lequel pénètre un septum conjonctif qui correspond au hile. La lobulation de cette face inférieure est tout à fait irrégulière. Il n'existe nulle part de traces d'un second foie comparable à celui que décrit Lesbre ; dans le cas présent, l'unicité du foie ne fait aucun doute ; elle n'est d'ailleurs pas exceptionnelle.

Fig. 11. — Foie et reins (les reins sont marqués par des hachures).

6. — ORGANES GÉNITO-URINAIRES

Les *reins* sont situés au-dessous du foie dans la cavité abdominale commune ; il en existe une paire de chaque côté, se moulant sur la face inférieure de la masse hépatique (fig. 11).

Les deux reins d'une même paire sont situés au contact l'un de l'autre, se comprimant mutuellement, fortement reliés par une coque conjonctive commune. La compression réciproque n'a nullement entraîné la soudure ; les deux substances restent indépendantes ainsi que le montre l'examen microscopique. Leur forme est sensiblement voisine de la normale. Les deux reins se regardent par la face postérieure, de sorte que les hiles sont rejetés en avant ; la surface de contact intéresse la face interne, en arrière des hiles, et le bord externe devenu postérieur. Cette disposition exclut toute idée de rapprochement secondaire à celui-ci aurait eu pour conséquence le contact par les bords internes.

Au-dessus de chaque paire rénale existe une paire de capsule surrénales ; les deux capsules d'une même paire sont fortement reliées entre elles par du tissu conjonctif ; elles sont néanmoins indépendantes l'une de l'autre quant à leur substance.

Les uretères issus des reins se dirigent vers la cavité abdominale correspondante et débouchent dans la vessie.

Les organes génitaux sont renfermés dans la partie libre de la cavité abdominale. Chaque cavité renferme un utérus à cornes extrêmement allongées, se terminant par des ovaires situés très haut, presque au niveau de la cavité commune, au-dessous et au contact des reins. D'une façon générale, la partie libre de la cavité abdominale est extrêmement étroite ; elle est réduite à une gouttière se moulant sur le gros intestin ; celui-ci ne laisse qu'une place très limitée à la vessie et à l'appareil génital.

7. — SYSTÈME NERVEUX

Le système nerveux mérite une mention spéciale. Il est constitué par un cerveau qui ne diffère pas essentiellement, quant à son aspect extérieur, d'un cerveau simple ; il est simplement un peu plus large que le cerveau d'un chat du même âge (fig. 12). A ce cerveau abou-

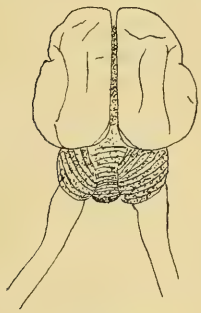


Fig. 12. — Encephale et moelles.

Fig. 13. — Disposition relative des deux moelles.

tissent deux moelles. Le cervelet est très large, ainsi que le pont de Varole.

J'ai pratiqué sur ce système nerveux, après inclusion à la celloïdine, des coupes rigoureusement sériées et j'ai pu contrôler les faits intéressants rapportés par Louis Blanc.

Les moelles se regardent par leur face antéro-latérale, leurs grands axes prolongés se coupent suivant un angle d'environ 130° (fig. 13). La

constitution histologique de chacune d'elles est absolument normale. Elles restent indépendantes dans toute leur longueur ; la coalescence ne commence à s'effectuer qu'au niveau de l'extrémité inférieure du bulbe.

Cependant, dès le niveau de l'entrecroisement des faisceaux sensitivo-moteurs, les dispositions observées sont nettement anormales.

Il n'y a pas d'entrecroisement à proprement parler, en ce sens qu'un seul des deux faisceaux pyramidaux change de côté. Dans la moelle droite, le faisceau gauche passe à droite pour se joindre au faisceau droit qui ne change pas côté ; l'ensemble des deux faisceaux se rend à l'hémisphère droit. Dans la moelle gauche le faisceau droit passe à gauche, s'unit au faisceau gauche et monte avec lui vers l'hémisphère gauche. Cela étant, l'ensemble des fibres motrices d'une moelle est strictement destinée à l'hémisphère du même côté. Les dispositions sont les mêmes pour les fibres sensitives, de sorte qu'un hémisphère cérébral commande le corps du même côté.

Cette manière d'être, déjà signalée par Louis Blanc, est fort remarquable en soi. Mais il importe d'attirer l'attention sur ce point que toutes les fibres existent et persistent de la façon la plus complète.

La fusion des deux axes médullaires ne commence à s'effectuer qu'une fois terminés les changements de position. La fusion s'opère par les faces latérales en regard. Elle donne naissance, non pas à un bulbe simple, mais à un bulbe dont les parties médianes renferment l'ensemble des noyaux gris médullaires et des fibres cérébelleuses et autres qui ne changent pas de place. Le IVe ventricule forme une large cavité dont l'aspect, représenté par la figure 14, rappelle la double origine. Il est recouvert par un cervelet, peut-être plus large qu'à l'ordinaire, mais dont aucune des parties ne paraît être double.

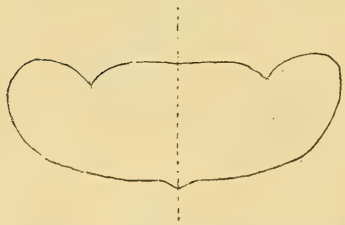


Fig. 14. — Contour général du bulbe double.

Je n'ai pu me rendre exactement compte de la destinée des faisceaux cérébelleux qui deviennent médians après la fusion des bulbes. Ils ne prennent certainement pas part à la constitution des pédoncules cérébelleux inférieurs : ceux-ci proviennent, de part et d'autre, des fibres externes de la moelle du même côté ; suivant toute apparence, les fibres médianes se prolongent jusqu'à la protubérance annulaire et là se mêlent aux fibres qui fournissent les pédoncules cérébelleux

moyens. Si l'interprétation de mes coupes est exacte, il y aurait donc un paquet de fibros médianes normalement destinées à constituer deux pédoncules cérébelleux inférieurs, confondues ici, à droite et à gauche, avec les fibres du pédoncule moyen correspondant.

Tout le reste du système nerveux m'a paru absolument simple et de constitution normale. Seules, peut-être, les couches optiques étaient-elles plus volumineuses qu'à l'ordinaire : le IIIe ventricule était simple, il se bifurquait cependant à son extrémité inférieure et se prolongeait dans une glande pituitaire manifestement double. L'augmentation transversale de l'épaisseur des couches optiques correspond donc à la réalité et provoque le léger élargissement de l'encéphale. Quant au manteau, il n'est pas plus développé qu'à l'ordinaire, ni les ventricules latéraux dilatés.

8. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

La constitution anatomique des monstres composés a provoqué diverses théories touchant leur origine et leur mode de formation. Notre intention n'est pas de discuter les diverses possibilités quant à l'origine ; deux au moins sont acceptables en principe : la séparation incomplète des blastomères et la présence de deux noyaux ovulaires dans un même cytoplasme. Indépendante, dans une certaine mesure, du mode de formation, la question d'origine ne saurait recevoir aucun secours d'une discussion quelconque, et c'est en vain que l'on rapprocherait les faits anatomiques des données de l'observation ou de l'expérimentation pratiquées sur les tout premiers stades du développement.

Le rapprochement cesse d'être illusoire s'il s'établit entre les processus mis en évidence par l'étude d'embryons doubles de divers âges et les dispositions ressortant de l'étude des monstres constitués. Ce rapprochement semble avoir été jusqu'ici fort négligé car, en dépit des données embryologiques, la tendance actuelle est encore de considérer ces monstres comme résultant de la fusion secondaire de deux individus primitivement indépendants. Le point de vue nécessite une série d'hypothèses sur la position relative de ces deux individus, sur la précocité ou le retard de leur rencontre et de leur soudure, sur la destinée des organes ou portions d'organes dont il ne reste aucune trace.

Sans doute, les faits embryologiques sont encore peu nombreux ; ils suffisent, cependant, pour permettre d'ébaucher une interprétation toute différente, et voisine de la vraisemblance. Mais il faut, dès l'abord,

spécifier que l'interprétation vaut seulement pour le type monstrueux qui est en cause. Suivant toutes probabilités, le vaste ensemble compris actuellement dans le cadre des « monstres doubles » ne représente pas un tout parfaitement homogène ; il serait imprudent d'affirmer que des diverses théories embryogéniques émises, une seule fut la vraie.

Il est à croire, néanmoins, que l'hypothèse de l'indépendance primitive et de la fusion secondaire n'est pas applicable dans son principe à la majorité des types composés issus de vertébrés ; elle n'est pas applicable, en particulier, aux Déradelphes.

Cette théorie, fort ancienne, a été défendue par Dareste et plus récemment par Louis Blanc. Ce dernier auteur apporte comme arguments les observations faites par Lereboullet sur les embryons de truite, et par lui-même sur un embryon de poulet. Lereboullet, sans doute, a vu des soudures s'effectuer, mais il n'a pas vu se produire *la soudure initiale*, ce qui est le point important. Quant à Blanc, il a étudié un embryon de poulet qui était, d'après sa description même, en voie de désintégration morbide ; il a pris cette désintégration purement pathologique pour le phénomène évolutif d'où résulterait la disparition des parties en contact de deux embryons soudés. L. Blanc se fonde en outre sur l'observation connue de d'Audeville qui a vu disparaître l'une des têtes d'un poisson dérodyme. Ce fait n'est pas contestable ; mais, à vrai dire, il ne prouve rien quant au mode de formation des monstres composés. L'embryon de d'Audeville, pas plus que ceux de Lereboullet, ni celui de Blanc n'ont été examinés sur coupes sériées. Les phénomènes superficiels observés n'ont plus dès lors aucun sens défini (1).

On éprouve quelque étonnement à discuter encore cette conception classique, qui ne repose que sur des apparences et qui, soumise à la critique soulève plus de difficultés qu'elle n'en résoud. Le fait lui-même de la fusion consécutive à un contact et à une pression réciproques ne paraît pas répondre à la réalité. Sans avoir à ce point de vue des données absolument précises, j'ai cependant quelques raisons de croire que la soudure, si elle s'effectue, *reste superficielle*. On ne conçoit pas une pénétration progressive d'un individu dans l'autre qui aboutisse à la complexité d'un ou plusieurs organes par disparition des parties en regard de ces organes.

Ces dispositions secondaires ne s'expliquent pas *a priori* ; elles ne correspondent pas davantage aux faits d'observation. Au surplus, lorsque la soudure entre réellement en ligne de compte, comme il

(1) Louis Blanc. — Les Monstres doubles splanchnodymes. Annales de la Société linnéenne de Lyon, 1896.

semble que cela soit dans certains cas, on peut affirmer que la soudure est, non pas le phénomène inital de la monstruosité, mais un phénomène accessoire. Ce que l'on observe surtout, c'est l'existence d'une région commune comprise entre deux systèmes nerveux, région commune dans laquelle apparaissent les organes qui, dès l'abord, présentent l'ébauche des caractères qu'ils auront chez l'adulte. Les faits mis en lumière par Jan Tur chez un embryon opodyme (1) concordent avec ceux que j'ai moi-même décrits chez un embryon sternopage (2); les dispositions anatomiques du Chat déradelphe répondent sans aucun doute à des processus de même nature. Ces processus ne sont pas ceux de deux individus qui évoluent indépendamment, ce sont ceux d'un organisme évoluant en deux parties, suivant la formule qui servait de conclusion à mon Mémoire sur un sternopage. L'être double présente des processus spéciaux qui ne correspondent pas *nécessairement* à deux fois les processus normaux.

L'anatomie du Déradelphe pouvait à elle seule, conduire à cette notion. En partant de l'hypothèse d'une fusion secondaire, comme processus initial de la formation double, il est tout à fait impossible d'expliquer la plupart des dispositions importantes. Deux embryons vraiment indépendants devraient non pas se faire face, mais se disposer ventre à dos. La fusion, si fusion il y a, s'effectuerait donc région ventrale contre région dorsale. Or, il n'en est jamais ainsi et l'on doit tout d'abord admettre l'inversion de l'un des sujets, comme préludant à une fusion, en quelque sorte, prédéterminée. De plus, une fois l'inversion admise, on ne voit guère pourquoi chaque individu, au lieu de conserver un thorax bien conformé, acquiert une dissymétrie telle que l'un de ses côtés s'aplatit presque complètement. Qu'il tourne sur le flanc droit ou qu'il tourne sur le flanc gauche, les actions mécaniques sont exactement les mêmes pour un unique embryon que pour deux embryons en regard et le déradelphe devrait avoir, dans tous les cas, les thorax bien conformés qui caractérisent les monocéphaliens (thoracopages, sternopages, etc.); il devrait avoir, par conséquent, deux axes de symétrie, l'un pour chaque composant, l'autre pour l'ensemble des deux composants. L'unique plan de symétrie du Déradelphe, relatif à l'ensemble, que l'on observe dans tous les détails de l'organisation est une première indication.

---

(1) Jan Tur. — Sur l'embryon double d'un Lézard de l'île Java (Mabuia multifasciata, Kuhl.). (En russe). Je remercie l'auteur qui a bien voulu me donner une analyse détaillée de son excellent travail. (Travaux du laboratoire zootomique de l'Université de Varsovie, vol. XXXIII).

(2) Etienne Rabaud. — Contribution à l'embryologie des polygénèses. I. Etude sur un embryon de poulet sternopage. Bibliographie anatomique, 1901.

Une autre raison anatomique est fournie par ce fait qu'il ex ste dans certains cas particuliers des organes rudimentaires (foie, cœur, trachée) en général très voisins, presque au contact de l'organe homologue qui, seul, s'est développé. Ces organes rudimentaires devraient faire constamment défaut. N'est-ce-pas, en effet, un phénomène singulier que dans le cours d'une fusion générale qui entraîne à l'unité le tube digestif sur une très grande longueur, les trachées situées au-devant, les cœurs, les foies tout-à-fait proéminents restent indépendants l'un de l'autre, alors que logiquement ce sont ces organes mêmes qui devraient, les premiers, se confondre ? L'existence de ces organes rudi-mentaires a, nécessairement, une autre signification.

L'organisation de l'appareil circulatoire n'est pas moins remarquable, au même point de vue. Parfois, l'artère pulmonaire du poumon postérieur fait défaut. Elle a *disparu*, dit-on, soit ; mais pourquoi cette disparition que rien ne déterminait, puisque l'organe dont elle dépend ne disparaît pas lui-même ? Et lorsque la « fusion » se traduit par un cœur simple, cette simplicité n'est pas moins étonnante. En effet, deux cœurs face à face sont disposés de telle sorte que le côté droit de l'un d'eux entre en contact avec le côté gauche et inversement, *quelle que soit d'ailleurs la phase relative où s'établit le contact*. Dans ce cœur secondairement simple, donc, chaque ventricule devrait donner naissance à une aorte et à une artère pulmonaire, chaque oreillette aux vaisseaux caves et aux veines pulmonaires. Et puisqu'il n'en est pas ainsi, il faut admettre, soit que la fusion est précédée d'une torsion inaccoutumée, soit que la fusion est une hypothèse erronée.

Dans le même sens, la présence fréquente de deux trachées n'est pas moins curieuse à mettre en évidence. Ces deux trachées, par rapport aux composants, se trouvent sur les faces *latérales* de l'œsophage ; leur situation normale est en *avant* de ce conduit ; elles devront par conséquent, si elles ne se soudent pas, se trouver immédiatement en contact, séparant *deux* œsophages de toute leur épaisseur ; si la fusion a lieu, la trachée unique n'en serait pas moins interposée à deux œsophages. On objecte alors une fusion très précoce des deux gouttières digestives : mais à ce moment les embryons ne sont pas encore « retournés » et cette hypothèse particulière devient contradictoire avec l'hypothèse générale (1), car il s'agit alors d'une fusion latérale et non plus d'une fusion face à face.

De toutes les dispositions qui ne s'interprètent que très difficilement avec l'hypothèse de la fusion secondaire, celle que présente le système nerveux n'est pas la moins remarquable. L'ensemble du cerveau

(1) Alezais.— Monstre monocéphalien Déradelphe. Marseille médical 1897.

est absolument simple; on admet alors que des deux cerveaux primitivement entiers chacun a perdu un hémisphère, la pénétration réciproque en ayant entraîné la disparition. Où sont les débris de ces hémisphères disparus ? il n'en existe plus aucune trace et la régularisation de l'organe secondairement simple s'est effectuée de la façon la plus parfaite. L'inter-pénétration s'est-elle effectuée sans dommages ? Faut-il supposer une phagocytose intense pour expliquer cette disparition si complète des parties intermédiaires ? Au surplus, la concentration une fois en marche pouvait tout aussi bien aboutir à la constitution d'un cerveau à un seul hémisphère plus ou moins complexe. Ce serait le terme logique des processus et la conséquence obligée de la théorie.

Il y a mieux encore. La disparition des deux hémisphères devrait nécessairement retentir sur la moelle. Les fibres sensitivo-motrices qui relient ces hémisphères à la moelle n'ont plus aucune raison d'être, elles doivent dégénérer ; ou plutôt, comme la « disparition » est évidemment assez précoce, elles ne doivent pas se former. Dans tous les cas, leur absence se traduirait nettement, sur les coupes, par l'asymétrie des moelles ou par l'existence de zones sclérosées. Telle n'est point la réalité. L. Blanc qui, le premier, a étudié au microscope les moelles d'un Déradelphe signale explicitement la symétrie de chaque moelle et ne parle nullement de processus dégénératif; de mon côté, j'ai constaté la même conformation normale des moelles et je puis affirmer que les fibres correspondant aux hémisphères soi-disant disparus existent et sont en bon état.

Ce fait est déjà fort curieux ; et ce n'est pas tout. Non seulement ces fibres ne dégénèrent pas, mais elles changent de direction : ayant perdu leur aboutissant normal, elles cessent de s'entrecroiser avec les fibres homologues du côté opposé et se rendent avec elles dans l'hémisphère qui « persiste » ; la décussation est unilatérale. La fusion secondaire est impuissante à expliquer ces dispositions singulières ; elle se heurte à une série de contradictions anatomiques.

Cette impuissance n'a pas manqué de frapper Mathias-Duval. Aussi propose-t-il une interprétation un peu différente. Par soudure ou fusion, il n'entend pas « simplement la formation de deux parties d'abord bien distinctes, qui arrivent à se toucher et à s'accoler, mais bien plutôt ce fait que deux organes homologues, deux moitiés de tête, la moitié gauche de la tête d'un sujet, et la moitié droite de celle de l'autre, ne trouvent à leur disposition, pour se former, qu'une seule et même partie du blastoderme, tant sont voisins et contigus les deux centres de formation des deux têtes ou des deux cous; de

telle sorte que les parties naissent d'emblée soudées, leurs parties intermédiaires et communes ayant pris leur origine dans une seule et même masse de cellules blastodermiques ».

L'interprétation dérive d'une vue plus juste des phénomènes. Elle n'exclut pas cependant la notion de soudure, ni celle de l'indépendance de deux individus. L'indépendance devient virtuelle, sans doute, mais elle persiste en ce sens que chaque composant possède ses éléments prédifférenciés plus ou moins mélangés avec ceux de l'autre composant. Par là encore, la polygénèse se ramène à deux ontogenèses conservant, au fond, leur individualité propre, grâce à l'existence, implicitement supposée, de territoires organo-formatifs particuliers à l'un et l'autre composant. Il entre donc, dans cette manière de voir, une part très grande des théories préformistes dont l'esprit humain paraît avoir la plus grande peine à se libérer.

Au surplus, et indépendamment de ce point de vue philosophique, l'interprétation ne serre pas les faits de près. Si deux individus se constituaient vraiment aux dépens d'une masse cellulaire commune, il semble bien que les dispositions anatomiques résultantes dussent être très différentes d'une façon générale, inextricables pour les régions communes ; par exemple le mélange du côté droit d'un individu avec le côté gauche de l'autre aurait pour résultat une région intermédiaire dont toutes les parties seraient antagonistes par leur situation et leur direction. Et dans le cas où il y aurait superposition, on peut se demander si le volume de l'organe résultant ne serait pas sensiblement supérieur au volume d'un organe absolument simple. Quant à la disposition réciproque des parties simplement soudées, sans simplification, elle serait tout autres, comme nous le verrons.

En réalité, les processus appellent une interprétation qui diffère complètement de la fusion vraie de la plupart des auteurs, et de la fusion virtuelle. L'embryon double doit être considéré comme résultant de phénomènes évolutifs qui ne sont pas simplement deux séries de phénomènes marchant parallèlement et plus ou moins mélangés, mais un *ensemble de processus synergiques*.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on doit considérer le déradelphe comme constitué par un système nerveux dont la partie antérieure est simple, absolument simple dès le premier moment de son apparition. A cette partie font suite, d'abord des segments homogènes qui renferment en double divers éléments, puis enfin des segments pairs symétriques et indépendants qui divergent progressivement à partir de l'extrémité inférieure du bulbe. Chacun des segments indé-

pendants représente vraiment un tout complet et non la moitié d'un unique segment. Quelle que soit d'ailleurs la cause de cette duplicité, le système nerveux forme un tout en partie double, mais un tout dont les éléments, anatomiquement indépendants, sont liés entre eux quant à leur évolution propre et à celle de l'ensemble de l'organisme. Cette relation ressort nécessairement des dispositions observées.

Supposons, en effet, l'indépendance évolutive des deux composants simplements soudés, avec réduction primitive du cerveau : ce cerveau serait anatomiquement coupé en deux et la séparation se retrouverait en particulier sur le chiasma optique, puisque chaque hémisphère correspond nécessairement au sujet du même côté. Le chiasma devrait être supprimé, et l'œil d'un côté, chez un individu simple, étant innervé par l'hémisphère du côté opposé, consécutivement les yeux devraient s'atrophier et disparaître. Nous observons en réalité l'existence de deux yeux bien constitués *et d'un chiasma tel que l'œil du composant de droite est en relation avec le cerveau du composant de gauche et inversement.* La fusion secondaire ne permet pas de comprendre cette disposition. — Une correspondance homolatérale s'établit pour les moelles ; mais si la décussation s'effectue d'un seul côté, il n'y a cependant pas dégénérescence des faisceaux directs ; ce ne peut donc être que le résultat d'une organisation spéciale au monstre double et non le résultat d'une soudure dont les effets disparaissent là même où ils devraient être les plus nets.

Il y a plus, ce cerveau simple est en relation avec deux corps ; nous observons que si l'évolution de ces deux corps se poursuivait normalement, ils resteraient indépendants l'un de l'autre et se regarderaient *par leurs faces latérales.* Plus tard, une fois le cœur et le tube digestif nettement ébauchés, les masses embryonnaires se retourneraient. A ce moment, que se produirait-il ? Le retournement de l'encéphale entraînerait les deux masses à se placer du même côté ; par suite l'une tournerait le dos à l'autre ; il n'y aurait nullemement l'inversion qui caractérise l'ensemble des monstres composés. Rien, dans l'évolution autonome de deux individus déjà réunis par l'encéphale, n'exige le retournement à droite d'un sujet et le retournement à gauche de l'autre. S'il existe une cause déterminant ce retournement inverse, l'autonomie par ce fait est rompue : le point de vue de la soudure secondaire se trouve fort compromis. De plus, même alors, il y aurait soudure *vraie* des parties thoraciques très différenciées, et nous rentrons dans les impossibilités que je signalais plus haut.

Suivant toute évidence, la série des phénomènes est absolument différente ; à aucun moment n'existe deux développements parallèles

et autonomes. Procédant par analogie, comparant les dispositions anatomiques des déradelphes avec les processus embryologiques observés en d'autres circonstances, nous sommes conduits à admettre que chacun des axes médullaires n'est nullement l'axe de deux formations indépendantes, mais que tous deux délimitent une région commune où se formeront des organes simples, doubles ou dédoublés suivant le cas ; ces formations doubles seront massives, c'est-à-dire qu'elles s'effectueront aux dépens d'une même masse embryonnaire, plus ou moins étendue suivant le degré d'écart des deux axes médullaires. La simplicité, la duplicité, ou la dualité du cœur des sternopages, par exemple, dépend nettement de cette question d'étendue de la région commune. Cela ne veut pas dire que la masse commune renferme une quantité plus ou moins grande d'éléments « cardiogènes », « hépatogènes », « pneumogènes », etc..., mais que des éléments indifférents par essence sont soumis à telle ou telle différenciation secondaire. Au fond, l'existence de cette région commune est le fait dominant de la double ontogenèse ; elle se manifeste dès le début par les phénomènes dont les axes nerveux sont le siège. Ces axes tournent l'une vers l'autre leur face ventrale d'une façon très précoce, ainsi qu'il résulte de mes observations et de celles de Jan Tur, bien avant la période normale correspondant au retournement ; ils se regardent face à face, au lieu de se mettre dos à dos, ainsi qu'il arriverait pour deux individualités distinctes.

La série des processus se déroule dans cette région commune, et l'on voit se succéder des actions corrélatives strictement spéciales à la polygénèse. Toute l'histoire de la constitution des organes du déradelphe relève de ces processus : un organe double ne représente pas deux organes accolés, même à l'état de simples ébauches ; il représente une unique ébauche *dont l'organisation subséquente ne correspond pas à la constitution de deux individus, mais à la constitution d'un individu double*. L'anatomie tout entière répond à cette notion embryologique, et tout permet de prévoir que cette notion se trouvera vérifiée pour les déradelphes par l'observation embryologique directe.

Nous ne pouvons, sans sortir du domaine des hypothèses possibles, reconstituer dans le détail l'évolution embryonnaire du type qui nous occupe. L'analogie n'autorise que ces indications générales ; celles-ci suffisent, au surplus, pour faire ressortir dans ses grandes lignes le sens général des dispositions anatomiques observées, pour faire le départ entre celles qui sont adéquates à la duplicité et celles qui y sont simplement surajoutées. Parmi celles-ci, il importe de signaler l'existence de la trachée-œsophage. Cette dernière résulte simplement d'un

défaut d'individualisation du bourgeon pulmonaire, processus curieux et difficile à préciser, qui n'a point empêché une différenciation subséquente ; il ne faut voir ici qu'un phénomène individuel sans relation causale avec le fait de la duplicité. La différenciation aurait pu se produire, comme divers auteurs l'ont signalé ; elle aurait pu faire complètement défaut, comme on l'a également observé, sans que rien soit changé à la duplicité dans son ensemble. Des arrêts de croissance peuvent se produire ; tel que l'arrêt de croissance de la cloison interventriculaire du cœur observée par Alezais ; un processus analogue se produit aussi bien chez un individu simple ; il n'a d'intérêt, en l'occurence, que parce qu'il souligne la simplicité primitive de l'ébauche cardiaque observée, apportant ainsi un appoint aux vues précédemment exposées.

L'interprétation de la Déradelphie que nous venons d'esquisser repose uniquement sur des faits connus. Si, en apparence, elle ne diffère pas de la forme dernière donnée à la théorie de la soudure, elle en diffère, en réalité, essentiellement. Elle en diffère, parce qu'elle donne aux faits une signification nouvelle en même temps qu'une portée plus grande ; elle fait de l'embryon double un tout inséparable, ayant des processus qui ne sont pas la coaptation simple des processus normaux, mais des processus spéciaux régis par des actions corrélatives et autres différentes de celles qui régissent la genèse des processus normaux (1).

(1) Aux indications bibliographiques qui précèdent, il convient d'ajouter les suivantes ; deux ont trait à des Oiseaux Déradelphes ; le fait mérite d'être noté :
H. Gadeau de Kerville. — Sur un très jeune porc monstrueux. (Le Naturaliste 1896.)
H. Gadeau de Kerville. — Poussin monstrueux du genre Déradelphe. (Le Naturaliste 1897)
A. de Quatrefages. — Mémoire sur un pigeon monstrueux du genre Déradelphe synanencéphale (Assoc. française pour l'avancement des sciences 1877.)

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE V

Pages.

Extrait des Comptes-rendus des séances 267

E. Maillet. — Sur la mortalité d'une collectivité d'individus dont l'âge est assez peu différent 268

L. Benoist. — Méthodes et appareils de dosage dans la franklinisation. . 273

J. Winter. — Du suc gastrique, revue historique 282

F. Mocquard. — Sur une collection de reptiles recueillie dans le Haut-Tonkin, par le Dr Louis Vaillant 317

E. Rabaud. — Etudes anatomiques sur les monstres composés. I. Chat monocéphalien déradelphe 323

LE PRIX DES TIRÉS A PART EST FIXÉ AINSI QU'IL SUIT :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
	—	—	—	—	—	—	—
Une feuille	4.50	5.85	7.20	8.10	10.60	12.85	14.85
Trois quarts de feuille.	4 »	5 »	6.10	7 »	9 »	10.60	12.15
Une demi-feuille. . .	3.15	4 »	5 »	5.60	7.20	8.10	9 »
Un quart de feuille. .	2.70	3.60	4.25	4.75	5.60	6.30	5.85
Un huitième de feuille.	2 »	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	8 »
Plusieurs feuilles . .	4 »	5.40	6.30	7.20	9 »	11.70	14 »

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

1re série : 1789-1805	3 volumes in-4°
2e série : 1807-1813	3 volumes in-4°
3e série : 1814-1826	13 fascicules in-4°
4e série : 1832-1833	2 volumes in-4°
5e série : 1836-1863	28 fascicules in-4°
6e série : 1864-1876	13 fascicules in-8°
7e série : 1877-1888	11 volumes in-8°
Chaque année pour les Membres de la Société	5 francs
— pour le public	12 francs

Mémoires orignaux publiés par la Société Philomathique

A L'OCCASION DU

CENTENAIRE DE SA FONDATION

1788-1888

Le recueil des mémoires originaux publié par la Société philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation (1788-1888) forme un volume in-4° de 437 pages, accompagné de nombreuses figures dans le texte et de 24 planches. Les travaux qu'il contient sont dus, *pour les sciences physiques et mathématiques*, à : MM. Désiré André ; E. Becquerel, de l'Institut ; Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Institut ; Bouty ; Bourgeois ; Descloizeaux, de l'Institut ; Fouret ; Gernez ; Hardy ; Haton de la Goupillière, de l'Institut ; Laisant ; Laussedat ; Léauté ; Mannheim ; Moutier ; Peligot, de l'Institut ; Pellat. *Pour les sciences naturelles*, à : MM. Alix ; Bureau ; Bouvier ; Chatin ; Drake del Castillo ; Duchartre, de l'Institut ; H. Filhol ; Franchet ; Grandidier, de l'Institut ; Henneguy ; Milne Edwards, de l'Institut ; Mocquard ; Poirier ; A. de Quatrefages, de l'Institut ; G. Roze ; L. Vaillant.

En vente au prix de 35 francs.

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, A LA SORBONNE

Bar-le-Duc. — Imp. Comte-Jacquet, Facdouel, Dir.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

FONDÉE EN 1788

NEUVIÈME SÉRIE. — TOME VII

N° 6

1905

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS
A LA SORBONNE

1905

Le Secrétaire-Gérant,
H. COUTIÈRE

Le Bulletin paraît par livraisons bimestrielles.

194920

COMPOSITION DU BUREAU POUR 1905

Président : M. E.-L. Bouvier, 7, Boulevard Arago, Paris, XIIIe.

Vice-Président : M. Laisant, 162, Av. Victor-Hugo, Paris, XVIe.

Archiviste : M. Henneguy, 9, rue Thénard, Paris, Ve.

Secrétaire des publications : M. Coutière, 12, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VIe.

Vice-Secrétaire des publications : M. Neuville, 55, rue de Buffon, Paris, Ve.

Secrétaire des séances : M. Deschamps, 11, rue Du Sommerard, Paris, Ve.

Vice-Secrétaire des séances : M. Winter, 44, rue Sainte-Placide, Paris, VIe.

Trésorier : M. Rabaud, 104, rue d'Assas, Paris, VIe.

La Société Philomathique de Paris se réunit les 2e et 4e Samedis de chaque mois, à 8 h. 1/2, à la Sorbonne (salle de travail des Étudiants).

Les membres de la Société ont le droit d'emprunter des livres à la Bibliothèque de l'Université. Ils ont également droit, sur leur demande, à 50 tirages à part gratuits des Mémoires qu'ils publient dans le Bulletin.

Pour le paiement des cotisations et l'achat des publications, s'adresser à M. Vézinaud, à la Sorbonne, place de la Sorbonne, Paris, Ve.

EXTRAITS DES COMPTES-RENDUS DES SÉANCES

Séance du 28 octobre 1905.

PRÉSIDENCE DE M. VAILLANT.

M. Bouvier fait une communication au sujet d'un envoi de 160 Langoustes et Homards qu'il a reçus du commandant Dyé, envoi provenant de Mogador. Cet envoi est intéressant en raison de son origine et des applications commerciales qu'il laisse entrevoir.

M. de Guerne fait, à ce propos, une observation sur les difficultés de transport par bateaux des Langoustes et Homards.

M. Vaillant annonce à l'Assemblée la mort de M. Oustalet, professeur du Muséum, membre de la Société depuis 1872, et exprime les regrets que cause cette mort.

M. Dongier propose à l'Assemblée de fêter le cinquantenaire de l'entrée de M. Prillieux dans la Société et de lui offrir, si la chose est possible, une médaille. Une commission composée de MM. Dongier, Rabaud et Chauveaud, est chargée d'étudier cette proposition.

Séance du 9 novembre 1905.

PRÉSIDENCE DE M. CHAUVEAUD.

M. Moureu dépose une proposition signée de plus de cinq membres demandant le changement du jour des séances et le remplacement du samedi par le lundi.

L'Assemblée, constituée en comité secret, prend à l'unanimité cette proposition en considération. Conformément au règlement, sa proposition sera soumise au Conseil.

Séance du 25 novembre 1905.

PRÉSIDENCE DE M. BOUVIER.

M. Bouvier, président, annonce que le Conseil a nommé une commission composée de MM. Moureu, Valeur, Dongier, André et Lécaillon, chargée d'étudier la proposition de M. Moureu, relative au changement du jour des séances, et la propose à la ratification de l'Assemblée. L'Assemblée consultée approuve la composition de la commission proposée par le Conseil.

M. Moureu fait une communication sur la réfraction moléculaire dont il expose le principe et les applications. Il fait connaître en particulier ses recherches sur les composés acétyléniques étudiés à ce point de vue.

Quelques observations sont échangées sur cette communication.

M. Anthony fait une communication sur une particularité que présente le sternum humain chez les sujets atteignant un certain âge.

M. Ménégaux fait une communication sur l'étude qu'il a faite au Muséum des espèces critiques et des types du groupe des Passereaux Trachéophones de l'Amérique.

Séance du 9 décembre 1905.

PRÉSIDENCE DE M. BOUVIER.

Dans une lettre adressée au Président, M. Vaillant proteste contre le changement de jour proposé pour les séances de la Société.

M. Pellegrin présente en son nom, et au nom de M. Hallion, la candidature comme membre titulaire dans la deuxième section de M. le Dr André Mayer, chef des travaux de physiologie pathologique à l'École des Hautes-Études (Collège de France). Une commission composée de MM. Dongier, Hallion et Winter est chargée d'examiner cette candidature. M. Hallion est chargé du rapport.

M. Rabaud fait observer qu'une seule place reste vacante dans la deuxième section et que, conformément au désir exprimé par plusieurs membres, il est avantageux que cette place soit réservée à un physicien.

Sur la demande de M. André, une commission composée de

MM. Lécaillon, Noë et Rabaud, est chargée d'organiser le banquet de 1906.

M. Gravier fait une communication relative à une Annélide Polychète de la famille des Térébelliens, qui avait été considérée comme un Syllidien bourgeonnant suivant un processus tout spécial.

M. Rabaud fait une communication sur les particularités qu'il a trouvées à la dissection d'un chat hétéradelphe qui lui avait été donné par M. Darzens.

Le Secrétaire des séances,

J. DESCHAMPS

ERRATA

Page 63 Lire *Penella balænopteræ* au lieu de *balanopteræ*.

» 183 » télichnographie au lieu de télechnographie.

» 184 » oxyrhynque au lieu de oxyhrynque.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES DU TOME VII (1905)

Pages
Abeilles (nidification à l'air libre). — E.-L. Bouvier 186
Anilocra frontalis Edw. (cellules des tubes hépatiques). — A. Guieysse . 207
Acier (résistance électrique). — P. Mahler 156
Araignées (Biologie et psychologie). — A. Lécaillon 224
Balanoglosse de Basse-Californie (commensalisme) 160, 174
Balænoptera physalus (capture à Cette). — R. Anthony et L. Calvet 75
Banquet annuel 66
Basse-Californie (faune). — Ch. Gravier 160
— — — H. Coutière 174
Biologie des Araignées. — A. Lécaillon 224
Brésil (itacolumite). — L. Cayeux. 253
Canalicules de Holmgren (cellules nerveuses d'*Hélix*. — R. Legendre . . . 260
Chlorures anhydres (transformation des oxydes et sels métalliques en). — C. Matignon et F. Bourion 148
Chat monstrueux (monocéphalien déradelphe). — E. Rabaud 323
Comptes de 1904 (rapport). — D. André 67
Comptes-rendus des séances (extraits) 8, 63, 135, 183, 267, 324
Collectivité d'individus d'âge assez peu différent (mortalité). — E. Maillet. . 268
Corrélation embryonnaire. — J. Tur 101
Djibouti (Balanoglosse). — Ch. Gravier 69
Dosage dans la franklinisation (méthodes et appareils). — L. Benoist. 273
Electrolytes (mesure de la résistance électrique). — R. Dongier et A. Lesage. 11
De Luynes (Victor). (Notice). — J. Winter 137
Enquête sur les rêves et l'inspiration mathématique. — E. Maillet 19
Extraits des comptes-rendus des séances 8, 63, 135, 183, 267, 324
Franklinisation (méthodes et appareils de dosage). — L. Benoist 273
Gambier (archipel). (Néréidien d'eau douce). — Ch. Gravier 212
Haut-Tonkin (Reptiles). — F. Mocquard 317
Helix (Canalicules de Holmgren des cellules nerveuses). — R. Legendre. 260
Inspiration mathématique (et rêves). — E. Maillet 19
Itacolumite très flexible du Brésil (structure). — L. Cayeux 253
Lepidasthenia Digueti, n. sp. — Ch. Gravier 160
Liste des membres de la Société 1
Lysiosquilla Digueti, n. sp. — H. Coutière 174
Mégalithes observés dans le Soddo. — Lt. V. Chollet et H. Neuville 86
Monstres composés (Chat monocéphalien déradelphe). E. Rabaud 323
Mortalité d'une collectivité d'individus d'âge assez peu différent. — E. Maillet 268

Pages

Nidification d'Abeilles à l'air libre. — E.-L. Bouvier 186
Néréidiens d'eau douce (Nouvelle espèce de Mangareva). — Ch. Gravier. 212
Notice sur V. de Luynes. — J. Winter 137
Orestias (parasites des Poissons du genre). M. Neveu-Lemaire 255
Oxydes métalliques (transformation en chlorures anhydres). — C. Matignon et F. Bourion 148
Parasites des Poissons du genre *Orestias* Val. — M. Neveu-Lemaire . . . 255
Penella balænopteræ (K. et D.). — R. Anthony et L. Calvet. 80
Perinereis Seurati n. sp. (Néréidien d'eau douce). Ch. Gravier 212
Polynoïdien de Basse-Californie. — Ch Gravier 160
Psychologie des Araignées. — A. Lécaillon 224
Ptychodera Erythrea, Spengel. — Ch. Gravier 69
Résistance électrique de l'acier. — P. Mahler 156
— — des électrolytes (mesure). — R. Dongier et A. Lesage. 11
Rêves (et inspiration mathématique, enquête et résultats). — E. Maillet. 19
Revue historique sur le suc gastrique, — J. Winter 282
Reptiles du Haut-Tonkin (recueillis par le Dr L. Vaillant). — F. Mocquard. 317
Sels métalliques oxygénés (Transformation en chlorures anhydres). — C. Matignon et F. Bourion 148
Soddo (mégalithes observés dans le). — Lt. V. Chollet et H. Neuville. . . . 86
Suc gastrique (revue historique). — J. Winter 282
Tubes hépatiques d'*Anilocra frontalis* Edw. (cellules). — A. Guieysse . . . 207
Transformation des oxydes et sels en chlorures anhydres, — C. Matignon et F. Bourion 148

Bar-le-Duc. — Imp. Comte-Jacquet, Facdouel, dir.

TABLE DES AUTEURS

Pages

André (D.). — Rapport sur les comptes de 1904 67

Anthony (R). et Calvet (L). — Recherches sur un *Balænoptera physalus*, capturé à Cette, (fig.) 75

Benoist (L.). — Méthodes et appareils de dosage dans la franklinisation (fig.) 273

Bourion (F.) (voir **Matignon (C.)**).

Bouvier (E.L.).—Sur la nidification d'une colonie d'Abeilles à l'air libre (fig.) 186

Calvet (L.). (voir **Anthony (R.)**).

Cayeux (L.).— Structure d'une itacolumite très flexible du Brésil. . . . 253

Chollet (V.) et Neuville (H.). — Note préliminaire sur des mégalithes observés dans le Soddo (fig.) 86

Coutière (H.). — Sur *Lysiosquilla Digueti* n. sp. commensale d'un Polynoïdien et d'un Balanoglosse de Basse-Californie (fig.) 174

Dongier (R.) et Lesage (A.).—Sur la mesure de la résistance électrique des electrolytes (fig.) 11

Gravier (Ch.). — Sur le *Ptychodera Erythrea* Spengel (fig.). 69

— Sur un Polynoïdien, *Lepidasthenia Digueti* n. sp., commensal d'un Balanoglosse de Basse-Californie (fig.) 160

— Sur les Néréidiens d'eau douce et sur une nouvelle espèce de ce groupe (fig.). 212

Guieysse (A.). Etude des cellules des tubes hépatiques de l'*Anilocra frontalis* Edw. (fig.) 207

Lesage (A.) (voir **Dongier (R.)**).

Lécaillon (A.) — Nouvelles observations sur la biologie et la psychologie des Araignées 224

Legendre (R.). — Sur la nature des canalicules de Holmgren des cellules nerveuses d'*Helix* (fig.) 290

Mahler (P.). — Expériences sur la résistance électrique de l'acier. . . . 156

Maillet (E.).— Les rêves et l'inspiration mathématique (enquête et résultats) 19

— Sur la mortalité d'une collectivité d'individus dont l'âge est assez peu différent 268

Matignon (C.) et Bourion (F.). — Transformation des oxydes et sels métalliques oxygénés en chlorures anhydres. Applic. à l'analyse. 148

Pages

Mocquard (**F.**). — Sur une collection de Reptiles recueillie dans le Haut-Tonkin par M. le Dr Louis Vaillant (fig.) 317

Neuville (**H.**) (voir **Chollet** (**V.**)).

Neveu-Lemaire (**M.**). — Sur les parasites des Poissons du genre *Orestias* Val. (fig.) 255

Rabaud (**E.**). — Etudes anatomiques sur les monstres composés. I. Chat monocéphalien déradelphe (fig.) 323

Tur (**J.**). — Etudes sur la corrélation embryonnaire (fig.) 101

Winter (**J.**). — Notice sur Victor de Luynes (1828-1904) 137

— Du suc gastrique, revue historique 282

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE 6

Pages.

Extrait des Comptes-rendus des séances 349

Table des matières du tome VII 353

Table des auteurs 355

LE PRIX DES TIRÉS A PART EST FIXÉ AINSI QU'IL SUIT :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
	—	—	—	—	—	—	—
Une feuille	4.50	5.85	7.20	8.10	10.60	12.85	14.85
Trois quarts de feuille.	4 »	5 »	6.10	7 »	9 »	10.60	12.15
Une demi-feuille. . . .	3.15	4 »	5 »	5.60	7.20	8.10	9 »
Un quart de feuille. .	2.70	3.60	4.25	4.75	5.60	6.30	5.85
Un huitième de feuille.	2 »	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	8 »
Plusieurs feuilles . .	4 »	5.40	6.30	7.20	9 »	11.70	14 »

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

1re série : 1789-1805	3 volumes in-4°
2e série : 1807-1813	3 volumes in-4°
3e série : 1814-1826	13 fascicules in-4°
4e série : 1832-1833	2 volumes in-4°
5e série : 1836-1863	28 fascicules in-4°
6e série : 1864-1876	13 fascicules in-8°
7e série : 1877-1888	11 volumes in-8°
Chaque année pour les Membres de la Société	5 francs
— pour le public	12 francs

Mémoires originaux publiés par la Société Philomathique

A L'OCCASION DU

CENTENAIRE DE SA FONDATION

1788-1888

Le recueil des mémoires originaux publié par la Société philomathique à l'occasion du centenaire de sa fondation (1788-1888) forme un volume in-4° de 437 pages, accompagné de nombreuses figures dans le texte et de 24 planches. Les travaux qu'il contient sont dus, *pour les sciences physiques et mathématiques*, à : MM. Désiré André ; E. Becquerel, de l'Institut ; Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Institut ; Bouty ; Bourgeois ; Descloizeaux, de l'Institut ; Fouret ; Gernez ; Hardy ; Haton de la Goupillière, de l'Institut ; Laisant ; Laussedat ; Léauté ; Mannheim ; Moutier ; Peligot, de l'Institut ; Pellat. *Pour les sciences naturelles*, à : MM. Alix ; Bureau ; Bouvier ; Chatin ; Drake del Castillo ; Duchartre, de l'Institut ; H. Filhol ; Franchet ; Grandidier, de l'Institut ; Henneguy ; Milne Edwards, de l'Institut ; Mocquard ; Poirier ; A. de Quatrefages, de l'Institut ; G. Roze ; L. Vaillant.

En vente au prix de 35 francs.

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, A LA SORBONNE

Bar-le-Duc. — Imp. Comte-Jacquet, Facdouel, Dir.

30

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01526 6786